Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

MATHEMATIK

VOLLSTÄNDIGE RIEMANNSCHE RÄUME POSITIVER KRÜMMUNG

Von S. COHN-VOSSEN

(Vorgelegt von I. M. Vinogradov, Mitglied der Akademie, d. 25. VI. 1935)

1. Der n-dimensionale Riemannsche Raum R_n sei vollständig im Sinne von Fréchet, wobei wir als Entfernung zweier Punkte die untere Grenze der Längen aller rektifizierbaren Verbindungskurven ansehen (1). Wir setzen ferner voraus, dass in allen zweidimensionalen Flächenelementen die Gaussche Krümmung positiv sei; dabei heisst Gaussche Krümmung eines Flächenelements f die Gaussche Krümmung der von f ausgehenden geodätischen Fläche, gemessen in f. Dann werden wir beweisen: *R_n und jeder Überlagerungsraum von R_n besitzt höchstens einen Endpunkt* im Sinne von H. Freudenthal(2). Das bedeutet: es kann in R_n (oder einem Überlagerungsraum von R_n) nicht zwei Punktfolgen ohne Häufungspunkt geben, die durch eine kompakte Menge (kompakte Hyperfläche) voneinander getrennt werden. Z. B. kann R_n nicht das Produkt einer $(n-1)$-dimensionalen Sphäre mit einer Geraden sein.

2. Zum Beweis brauchen wir einen Hilfssatz, der auch an und für sich von Interesse ist. Wir behaupten nämlich: wenn ein vollständiger R_n mehr als einen Endpunkt besitzt, gibt es eine geodätische Linie, auf der man von jedem Punkt aus nach beiden Seiten jede Länge abtragen kann, und die die kürzeste Verbindung jedes ihrer Punktepaare enthält; eine solche Linie wollen wir eine Quasigerade nennen.

Zum Beweis des Hilfssatzes wählen wir in R_n zwei Punktfolgen (p_n) und (q_n) ohne Häufungspunkt, sowie eine kompakte Menge M derart, dass jeder p_n mit q_n verbindende Weg bei jedem n notwendig M trifft. Wegen der Vollständigkeit von R_n hat jedes Punktepaar von R_n, insbesondere das Paar p_n, q_n, eine kürzeste, notwendig geodätische Verbindung W_n (1). Sei x_n ein Schnittpunkt von W_n mit M. Sei x ein Häufungspunkt der x_n, und r eine durch x gehende Häufungsrichtung der Richtungen der W_n in den Punkten x_n. Wir werden zeigen, dass die durch x und r bestimmte geodätische Linie G eine Quasigerade ist. Dass sich auf G von x aus jede Länge abtragen lässt, folgt aus der Vollständigkeit von R_n (1). Wäre G keine Quasigerade, so gäbe es auf G zwei Punkte a, b, so dass die kürzeste Verbindung W dieser

Punkte um ein positives d kürzer wäre als der von a, b begrenzte Teilbogen B von G. Nun sind die Folgen (p_n) und (q_n) als divergente Folgen eines vollständigen Riemannschen Raums unbeschränkt (1). Hieraus lässt sich leicht schliessen: Wegen der Wahl von x, r lässt sich ein so grosses n finden, dass es auf W_n zwei Punkte a_n, b_n gibt, die von a und b je um weniger als $\frac{d}{3}$ entfernt sind, und so dass der durch jene Punkte begrenzte Teilbogen B_n von W_n sich in seiner Länge um weniger als $\frac{d}{3}$ von B unterscheidet. Dann gäbe es aber einen W enthaltenden Weg von a_n nach b_n, der kürzer wäre als B_n, entgegen der Minimaleigenschaft von W_n.

3. Wir brauchen, um den Hauptsatz zu beweisen, nur noch zu zeigen, dass es in einem vollständigen Riemannschen R_n positiver Krümmung keine Quasigerade gibt. Hierzu brauchen wir einen zweiten Hilfssatz. Sei nämlich F irgendein (nicht unbedingt vollständiger) Raum R_2, in dem eine geodätische Linie G liegt, auf der man von einem Punkt p aus jede Länge nach beiden Seiten abtragen kann. Sei ferner die Gaussche Krümmung von F längs G nirgends negativ und in p positiv. Dann behaupten wir: G ist keine Quasigerade. Beweis: s sei die Bogenlänge auf G, so dass $s = 0$ dem Punkt p entspricht. Längs G ist dann die Gaussche Krümmung $K(s)$ für $-\infty < s < +\infty$ eine stetige nichtnegative Funktion mit $K(0) > 0$. Wir betrachten in einer euklidischen s, x-Ebene die Kurve $x = x(s)$, die durch die Defferentialgleichung

$$\frac{d^2x}{ds^2} + Kx = 0 \tag{1}$$

und die Anfangsbedingungen $x(0) = 1$, $x'(0) = 0$ gegeben ist. Sei T die Tangente dieser Kurve S in einem solchen Punkt $s_1 > 0$, dass $x(s)$ in Intervall $0 \leqslant s \leqslant s_1$ positiv ist. Dann folgt aus $K(0) > 0$, $K(s) \geqslant 0$: T trifft die Achse $x = 0$ in einem Punkt $s_2 > 0$; solange $x(s)$ von $s = 0$ aus betrachtet positiv ist, liegt S nicht oberhalb T. Folglich muss S die Achse $x = 0$ in einem Punkt s' des Intervalls $0 < s' \leqslant s_2$ treffen. Entsprechend folgt, dass S auch einen Schnittpunkt $s'' < 0$ mit der Achse $x = 0$ hat. Aus der bekannten Bedeutung von (1) folgt: Die Punkte s', s'' von G sind konjugierte Punkte; ein diese Punkte im innern enthaltender Teilbogen von G kann also nicht kürzeste Verbindung seiner Endpunkte sein.

4. Sei nun G eine geodätische Linie eines vollständigen R_n positiver Krümmung, so dass man auf G von einem Punkt aus beiderseits jede Länge abtragen kann. Dann konstruieren wir längs G Fermische Normalkoordinaten (3), und betrachten eine G enthaltende zweidimensionale Koordinatenfläche F in diesen Koordinaten. Aus den Eigenschaften jener Koordinaten folgt sofort: In jedem auf G gelegenen Flächenelement f von F ist die bezüglich R_n berechnete Gaussche Krümmung von f (vgl. 1) gleich der Gausschen Krümmung von F in f. F hat also längs G positive Gaussche Krümmung. Nach **3** gibt es also einen Teilbogen von G, der nicht kürzeste Verbindung seiner Endpunkte ist, sogar wenn man zum Vergleich nur in F verlaufende Wege zuläst. G ist also keine Quasigerade.

5. Wie schon erwähnt, gilt das Ergebnis nicht nur für den gegebenen R_n sondern auch für jeden Überlagerungsraum desselben. Indem man untersucht, unter welchen Bedingungen jeder Überlagerungsraum einer Mannigfaltigkeit höchstens einen Endpunkt hat, kommt man zu folgendem Ergebnis. Wenn ein vollständiger Riemannscher R_n überall positive Gaussche Krümmung hat, so sind nur folgende Fälle möglich: *R_n ist geschlossen und die Fundamentalgruppe des R_n ist endlich*; *R_n ist offen, besitzt einen einzigen Endpunkt, und jeder geschlossene Weg läst sich stetig ins Unendliche transportieren.* Für $n=2$ ist also nur die Kugelfläche, die projektive Ebene und die euklidische Ebene zulässig; dies Ergebnis ist allerdings in einem etwas schärferen Satz enthalten, den der Verfasser an anderer Stelle bewiesen hat (4).

6. Es ergibt sich ein bemerkenswerter Unterschied zwischen den 2-dimensionalen und den höherdimensionalen Riemannschen Räumen. Im Fall $n=2$ kann jede topologisch gegebene Mannigfaltigkeit zu einem vollständigen Raum k o n s t a n t e r Gausscher Krümmung gemacht werden. Das trifft für $n \geqslant 3$ nicht mehr zu. Z. B. muss der R_3, der das Produkt einer Kugelfläche mit einer Geraden ist, als vollständiger Riemannscher Raum notwendig Elemente positiver und Elemente verschwindender Gausscher Krümmung haben. Dass die Krümmung nicht überall positiv sein kann, haben wir bewiesen. Andererseits folgt aber aus einem Ergebnis von S. B. Meyrs (1): ist die Krümmung eines vollständigen R_n nirgends positiv, so ist der universelle Überlagerungsraum dieses R_n dem n-dimensionalen euklidischen Raum homöomorph. Für unseren Beispiel trifft das nicht zu.

Mathematisches Institut
der Akademie der Wissenschaften der UdSSR.
Moskau.

Eingegangen
d. 25. VI. 1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] S. B. M y e r s, Duke math., vol. 1, 1935.—H. H o p f u. W. R i n o w, Commentarii Math. Helvetici, vol. 3, 1931. [2] H. F r e u d e n t h a l, Math. ZS., vol. 33, 1931. [3] T. L e v i - C i v i t a, Math. Ann., vol. 97, 1927. [4] S. C o h n - V o s s e n, Compositio Math., vol. 2, 1935.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

MATHÉMATIQUES

SUR CERTAINES CONDITIONS DE LA STABILITÉ POUR L'ÉQUATION $\ddot{x} + px = 0$

Par G. DUBOŠIN

(Présenté par A. N. Krylov, de l'Académie, 19 IX. 1935)

Considérons l'équation de la forme

$$\ddot{x} + px = 0, \tag{1}$$

où p est une certaine fonction continue du temps t. Il est connu, que l'étude de la stabilité, de la solution triviale

$$x = 0$$

de cette équation par rapport aux quantités x et $\dot{x}$ peut être réduite à l'étude de la stabilité de la solution triviale

$$x = 0, \quad y = 0 \tag{ST}$$

du système

$$\dot{x} = y, \quad \dot{y} = -px. \tag{2}$$

Nous voulons montrer qu'on peut obtenir les certaines conditions de la stabilité pour le système (2) à l'aide des fonctions de Liapounoff. Nous démontrons ici quatre théorèmes. Remarquons que ces théorèmes sont déjà connus et nous ne donnons pour elles qu'une nouvelle et plus simple démonstration, en se basant sur les théorèmes généraux de M. Liapounoff, démontrés dans son mémoire illustre (1).

Démontrons d'abord le théorème suivant.

Théorème 1. Si pour toutes les valeurs de t, supérieures à certaine limite, la fonction p ne peut prendre que des valeurs négatives, alors (ST) *est instable.* Pour la démonstration il est suffisant d'envisager la fonction de Liapounoff de la forme:

$$V = xy.$$

En calculant la derivée totale de cette fonction en vertu des équations (2), nous trouvons

$$\dot{V} = y^2 - px^2.$$

Il est évident qu'en vertu de la condition du théorème, $\dot{V}$ est une fonction définie positive. Comme la fonction V elle mêm est une fonction, dont

le signe est indéfini, admettant comme indépendante explicitement de t une limite supérieure infiniment petite,—le théorème est démontré.

Remarque.—Il est évident, que le même théorème subsiste également pour l'équation de la forme

$$\ddot{x} + px = F(t, x, \dot{x}),$$

où F est une fonction holomorphe des variables x et $\dot{x}$ ne contenant pas dans son développement des termes linéaires. Les coefficients de ce développement sont les fonctions quelconques, mais bornées, du t.

Supposons maintenant, que pour toutes les valeurs de $t \geqslant T$ (T est un certain nombre constant positif) la fonction p ne peut prendre que des valeurs positives. Alors, nous aurons le théorème suivant:

Théorème 2. Si, t croissant indéfiniment, la fonction p tend vers une limite positive a et avec cela de manière que l'intégrale $\int_T^t (p-a)\,dt$ *converge absolument pour* $t \to \infty$, *alors* (ST) *est stable.*

Pour la démonstration posons

$$q = \sqrt{\frac{2}{a}}\,|p-a|$$

et envisageons la fonction de Liapounoff de la forme

$$V = (ax^2 + y^2)\,e^{-\int_T^t q\,dt}.$$

Il est évident que V est une fonction définie positive.
En calculant sa derivée totale en vertu des équations (2), nous trouvons

$$\dot{V} = -[aqx^2 + qy^2 + 2(p-a)xy]\,e^{-\int_T^t q\,dt}.$$

Mais le discriminant de la forme quadratique disposée entre parenthèses est égal à

$$(p-a)^2.$$

Par conséquent, $\dot{V}$ est une fonction négative de signe fixe et le théorème est démontré.

Les conditions énoncées dans le théorème 2 sont suffisantes pour la stabilité (ST) de l'équation (1). Mais ces conditions ne sont pas assurément nécessaires et, par exemple, on peut démontrer les théorèmes suivants:

Théorème 3. Si, t croissant indéfiniment, la fonction p tend vers une limite positive a et avec cela de manière que pour toutes les valeurs de $t \geqslant T$ elle ne croît jamais, alors (ST) *est stable.*

Pour la démonstration il est suffisant d'envisager la fonction de Liapounoff suivante

$$V = (px^2 + y^2)\,e^{p},$$

qui est évidemment une fonction définie positive. La dérivée totale de cette fonction en vertu des équations (2), sera

$$\dot{V} = \dot{p}\,[(p+1)\,x^2 + y^2]e^p.$$

Puisque pour $t \geqslant T$ $p > 0$ et $\dot{p} \leqslant 0$, la fonction $\dot{V}$ est une fonction négative de signe fixe et le théorème est démontré.

Remarque. Si $a=0$, le théorème n'existe pas, ce qu'on peut voir à l'exemple de l'équation

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{A}{(at+b)^2}\,x = 0, \qquad (A>0,\ a>0)$$

dont la solution triviale sera toujours instable.

Théorème 4. Si, t croissant indéfiniment, la fonction p tend vers une limite positive a et avec cela de manière que pour toutes les valeurs de $t \geqslant T$ elle ne décroit jamais, alors (ST) *est stable.*

Remarquons d'abord, qu'on peut toujours admettre que $a > 1$. En effet, dans le cas $a \leqslant 1$ nous transformons auparavant l'équation (1) à l'aide de la substitution

$$\tau = \sqrt{\beta}\cdot t \qquad (0<\beta<a)$$

à la forme

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} + \bar{p}x = 0,$$

où

$$\lim_{\tau\to\infty} \bar{p} = \frac{a}{\beta} > 1.$$

Envisageons maintenant la fonction de Liapounoff suivante

$$V = (px^2 + y^2)\,e^{-p},$$

qui est une fonction définie positive. En calculant la dérivée totale $\dot{V}$ en vertu des équations (2), nous trouvons

$$\dot{V} = -\dot{p}\,[(p-1)\,x^2 + y^2]e^{-p}.$$

Selon notre admission $\lim_{t\to\infty} p > 1$ et $\dot{p} \geqslant 0$, donc $\dot{V}$ est une fonction négative de signe fixe et, par conséquent, le théorème est démontré.

Remarque. Je ne pouvais pas donner la démonstration pour le cas où $a = \infty$. Cela était démontré par M. Biernacki[2]) et après lui par G. Armellini[3]), mais par des méthodes tout à fait différentes.

Institut Astronomique de l'État
Moscou.

Manuscrit reçu.
19. IX. 1935.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] A. Liapounoff, Problème générale de la stabilité du mouvement. Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse, 2me série, T. IX., 1907. [2] M. Biernacki, Sur l'équation différentielle $\ddot{x}+Ax=0$. Prace Matem.-Fiz. T. XL., 1933. [3] J. Armellini, Sopra un'equazione differenziale della Dinamica. Rendiconti dei Lincei. Vol. XXI, serie 6², 1 sem., f. 3, 1935.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

PHYSICS

EXPERIMENTS WITH SLOW NEUTRONS

By P. I. LUKIRSKIJ, Corresponding Member of the Academy, and T. V. CAREVA (ZAREVA)

It has been shown by Fermi and his collaborators that in the case of slowing down neutrons some nuclear reactions proceed much more intensively. In Fermi's experiments the slowing down of neutrons occurred as a result of collisions of neutrons with hydrogen nuclei present in the molecules of water or paraffin wax. Fermi describes in the following manner the process of the slowing down of neutrons when the latter traverse hydrogen-containing material. Neutron, when colliding with hydrogen nucleus, decreases its velocity, and with the decrease of velocity the mean free path of neutron decreases also. The loss of velocity of neutrons is accompanied by scattering, and therefore with considerable thicknesses of water or paraffin wax, we can expect to have inside of either of them «the neutronic gas», in which neutrons have thermal velocities. In order to diminish the velocities of neutrons down to the range of thermal velocities, from 20 to 30 collisions with hydrogen nuclei are sufficient. From the fact that the slowing down of neutrons is accompanied by an increase of the intensity of nuclear reactions, the conclusion could be drown that most slowly moving neutrons posessing thermal velocities are most effective in producing the reaction. In this case it is to be expected that the decrease of thermal velocities of neutrons will lead to a still more pronounced increase of the intensity of reaction. This decrease of thermal velocities of neutrons may be produced by cooling down the hydrogen-containing material to low tempetatures, for instance to the temperature of liquid air. In the latter case, the thermal velocities of neutrons ought to become about two times smaller.

In our experiments, a small tube filled with Ra emanation and finly powdered beryllium was used as a source of neutrons. Neutrons were slowed down by water or paraffin wax. The silver plate used as a target in each experiment was subjected to the action of neutrons for a definite period of time. After irradiation the plate was brought near to the Geiger-Müller counter, and the decay curve of activity was obtained. This curve showed the decrease with time of the number of radioactive atoms formed in silver by the adhesion of neutrons. The copper walls of the counter, being only 10 μ thick, allowed the electrons emitted by radioactive atoms to pass through. Before and after each series of observations, the natural characteristic of the counter was determined. Each time we performed two series of measurements of activity. The first series of data was obtained with the paraffin wax surrounding the silver target kept at room temperature and the second series, with the same paraffin wax cooled down to the temperature of liquid air. As radon disintegrated to a marked degree during the measurements, all

direct readings were correspondingly corrected. The silver target, being placed inside cooled paraffin wax, was cooled down also. In order to garantee the normal working properties of the counter, the target, before being brought near to the counter, was every time heated to room temperature. The experiments were conducted with neutrons previously slowed down in the most efficient manner. For this purpose, the source of neutrons and the Dewar vessel containing the cooled paraffin wax were placed inside water or another big paraffin wax block at the greatest possible distance from one another.

The first experiments were made with paraffin wax cooled in a spherical Dewar vessel of 3 litres capacity. In this case, the radius of the paraffin wax block surrounding the silver target was about 10 cm. Neutrons were

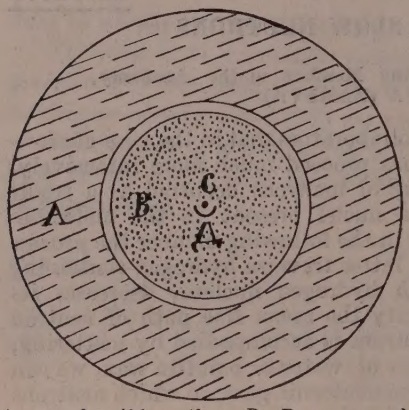
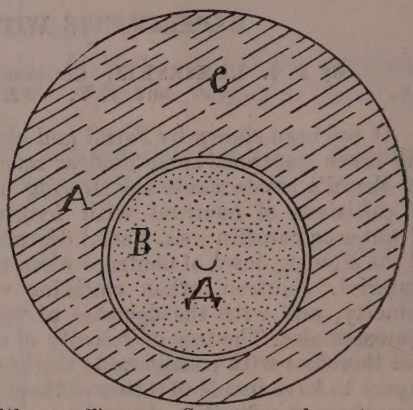


Fig. 1.



A—vessel rvihh wather, *B*—Dewar vessel with paraffin wax, *C*—source of neutrons, *Д*—sifver target.

Fig. 3.

previously retarded by water, as the source of neutrons was placed at the distance of 5 cm outside the walls of the Dewar sphere. The comparison of the activity of silver measured when the paraffin wax surrounding the target was kept at room temperature with the same activity when paraffin wax had the temperature of liquide air (—190° C), has shown that there is no increase of activity in the case of low temperature of paraffin wax. Analogous experiments were described by Fermi (1), who used paraffin oil at room temperature and the same oil heated up to 200° C. He did not observe any change of activity in this case.

Soon afterwards, however, Tilmann and Moon (2) discovered the change of activity of silver when the temperature of paraffin wax surrounding the target was lowered. They found for silver an increase of activity amounting approximately to 30%. Repeating the experiments of Tilmann and Moon, Fermi (3) confirmed their general results. He found for silver an increase of activity reaching 10—20%.

Dunning, Pegram, Fink and Mitchel (4) have found the increase of intensity of the reaction of spliting Li by neutrons when the water surrounding the source of neutrons was cooled from 373° K down to 95° K. However, as the authors pointed out in their next publication, the observed increase of intensity of the reaction was due to the change of the temperature of the source of neutron itself (berrylium+Ra emanation), accompanying tho change of the temperature of the water. The change of the temperature fe

the source of neutrons produced an increase of the number of emitted neutrons because of the redistribution of the emanation inside the volume of the tube. The authors mentioned above found a decrease of activity amounting to 1—2%, when the source of neutrons was placed in a special thermostat and surrounded by a great amount of water (3400 g).

Comparing our experiments with those of the above-mentioned authors, we note that the only difference in the experimental conditions consists in the fact that we used greater thickness of cooled paraffin wax. If one assumes that neutrons of thermal velocities are absorbed by paraffin wax, and by cooled paraffin wax to a greater degree than by paraffin wax at room temperature, then it is to be expected that with great thicknesses the effect might be absent because the increase of the effectiveness of slow neutrons with decreasing temperature would be counterbalanced by their greater absorption, that is, by the decrease in number of neutrons reaching the target.

In order to elucidate this question, a series of experiments was made with a silver target placed inside a hollow paraffin wax cylinder in a Dewar vessel

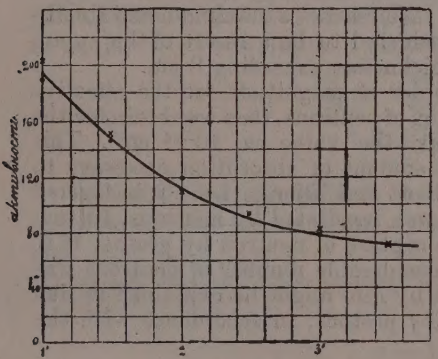


Fig. 2.

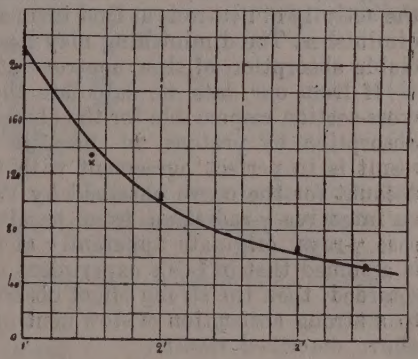


Fig. 4.

of cylindrical shape. The thickness of the walls of cooled paraffin wax was varied in different experiments. Previous retarding of neutrons was effected by a special arrangement: the source was placed inside the paraffin wax block at the distance of 5 cm from the walls of the Dewar vessel. The activity of silver was investigated when the paraffin wax cylinder was kept at room temperature and when it was cooled down to the temperature of liquid air. The experiments were made with hollow cylinders whose walls were 1.7 cm, 1 cm and 0.8 cm thick respectively. In all cases, an increase of activity of silver with the cooling of paraffin wax was to be observed. The observed increase of activity augmented with the diminution of the thickness of the wall of the paraffin wax cylinder used. The increase of activity in the cases of cylinders with the walls 1.7 cm, 1 cm and 0.8 cm thick amounted to 13, 24 and 45% respectively.

These experiments conclusively prove the existence of the temperature effect, and confirm the suggested existence of an absorption of neutrons of thermal velocities, an absorption depending on the value of their velocity.

The range of thicknesses investigated in our experiments was greater than the mean free path of slow neutrons in paraffin wax (0.5 cm). These thicknesses are quite sufficient for the previously retarded neutron to acquire the velocity corresponding to the temperature of liquid air. The temperature

effect increases with diminishing thickness, as the increase of absorption plays a decreasingly important role. With great thicknesses, as in our first experiments (10 cm), the complementary absorption seems to compensate the temperature effect entirely. With thicknesses smaller than the mean free path, one must again expect a diminution of the effect. The existence of the temperature effect proves that slow neutrons possessing thermal velocities are most effective in a number of nuclear reactions. At the same time, the effectiveness of neutrons increases very appreciably when their velocity is two times diminished (from room temperature down to the temperature of liquid air). In conditions of our experiment not all neutrons reaching the target have thermal velocities; some of them are not enough retarded; notwithstanding, a strong increase of the effect is to be observed when only the first group decreases its velocity two times.

The existense of the absorption of slow neutrons explains very well the results of Westcot's and Bjerge's experiments. These authors have found that, the distance between the source of neutrons and the irradiated target being kept constant, with the increase of the retarding thickness of water the activity of neutrons at first increases then reaches a maximum and finally diminishes. The diminishing may be considered to be a result of the appreciable absorption of slow neutrons at thicknesses exceeding 8 cm.

If from our data we calculate the order of magnitude for the effective cross-section responsible for the absorption of neutrons, then we obtain for the absorption by protons in paraffin wax the value *ca.* 10^{-24} cm^2. This result is in perfect agreement with the amount of absorption necessary to account for the curve obtained by Westcott and Bjerge. Lee [7] discovered an intensive γ-radiation from paraffin wax irradiated by neutrons. In this case γ-rays originate apparently at the capture of neutron by proton. If it is assumed that in Lee's experiment a considerable number of neutrons was retarded, then the strong effect observed by him might be explained as due to a strong absorption of slow neutrons by protons, in accordance with the above described results.

Physical Institute,
Leningrad University.

Received
21. VII. 1935.

REFERENCES

[1] Fermi and others, Proc. Roy. Soc., **149**, 522 (1935). [2] Tilmann and Moon, Nature, **135**, 904 (1935). [3] Fermi, La Ricerca Scientifica, Anno VI, vol. 1, № 11—12. [4] Dunning and others, Phys. Rev., **47**, 796 (1935). [5] Dunning and others, Phys. Rev., **47**, 888, (1935). [6] Westcott and Bjerge, Proc. Camb. Phil. Soc., **31**, 145. (1935). [7] Lea, Nature, **133**, 24 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1395. Volume III (VIII), № 9 (69)

HYDRODYNAMICS

ON THE THEORY OF MOTION OF GASES

By L. S. LEIBENSON

Corresponding Member of the Academy

Academician S. Tschapliguin (1) was the first to solve the problem on the plane motion of gas. At the end (2) of his work he gives the following equation of motion (S. Tschapliguin's denotations):

$$\frac{\partial\varphi}{\partial\Theta} = -\frac{\partial\psi}{\partial\tau}; \quad \frac{\partial\varphi}{\partial\tau} = K\frac{\partial\psi}{\partial\Theta}; \tag{1}$$

$$K = \frac{1-(2\beta+1)\tau}{(1-\tau)^{2\beta+1}}.$$

Tschapliguin's approximate method is as follows: in a certain interval of values of τ (for velocities lower than $^1/_3$ of that of sound approximately) we take that $K=1$.

Introducing the new variable z according to the formula

$$z = \int_0^{\tau} \sqrt{K}\, d\sigma, \tag{2}$$

we obtain equation (1) in a new form

$$\frac{\partial\varphi}{\partial\Theta} = -\mu\frac{\partial\psi}{\partial z}; \quad \frac{\partial\varphi}{\partial z} = \mu\frac{\partial\psi}{\partial\Theta}, \tag{3}$$

Where

$$\mu = \sqrt{K}. \tag{4}$$

These equations are symmetrical and applicable to a larger interval of values of τ (i. e. for velocities nearer to that of sound), if we take that μ is approximately equal to unity.

Introducing the constant $\bar{\mu}$, which is the average value of μ in the considered interval of values of τ, we obtain (4) in the following form

$$\frac{\partial\varphi}{\partial\Theta} = -\frac{\partial}{\partial z}(\bar{\mu}\psi);$$
$$\frac{\partial\varphi}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial\Theta}(\bar{\mu}\psi). \tag{5}$$

Therefore

$$\varphi + \bar{\mu}\psi\sqrt{-1}$$

is the function of the complex variable

$$\Theta + z\sqrt{-1}.$$

In the formula for the total pressure of the fluid (q is the velocity in the infinity) the value $\bar{\mu}$ will appear in the denominator. But from S. Tschapliguin's formula, it follows that

$$\mu = \sqrt{1 - \frac{q^2}{c^2}}\left(1 + \frac{q^2}{2\beta c^2}\right)^{\beta}, \qquad (6)$$

where c is the velocity of sound.

Therefore, the value

$$\sqrt{1 - \frac{q_1^2}{c^2}} \qquad (0 < q_1 < q)$$

will appear in the denominator of the formula of the total pressure.

Central Aero-Hydrodynamical
Institute, Moscow.

Received
1. VII. 1935.

REFERENCES

[1] S. Tschapliguin, Scientific Papers, v. II. [2] Ibidem, p. 78.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

GEOPHYSIK

VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE KAUKASUS-EXPEDITION DES I CHEMISCHEN INSTITUTES DER UNIVERSITÄT—WIEN

VON H. MARK.

(Vorgelegt von S. I. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 13. IX. 1935)

Die Kaukasus-Expedition bestand aus Prof H. Mark, Dr. J. Schintlmeister, E. Baroni und P. Schintlmeister und begann ihre Arbeiten Anfang August im Elbrusgebiet. Es wurden zunächst an beiden Gipfeln des Elbrus Schnee- und Eisproben genommen, um zu sehen ob durch die in der grossen Höhe stark bevorzugte Verdünstung eine Fraktionierung des Schnees durch isoterme Destillation eintritt. Eine längere Versuchsreihe, die im Winter 1934/35 am Sonnblick unter Verwendung von Rauhreif angestellt worden war, hatte zwar nur sehr geringe Effekte ergeben, doch ist der Unterschied in der Höhe zwischen Sonnblick (3100) und Elbrus (5600) ein so beträchtlicher, dass eine Überprüfung des Ergebnisses angebracht erschien.

In der Höhe von Sydlawina (5300) wurde eine weitere Eisprobe entnommen, um die vom Elbrus abfliessenden Eismassen vom Gipfel weg bis zu den Zungen der Gletscher systematisch zu untersuchen. Zwei weitere Proben wurden in der Umgebung von Prijut 9 ausgehackt, so dass die Höhe von etwa 4300 m ebenfalls vertreten war. Besonders eingehend bearbeiteten wir die beiden am weitesten nach Süden vorstossenden Zungen des Asaugletschers, der dort 2 schöne Gletschertore bildet. Hier wurden am Boden des Gletschers sowie an seiner Oberfläche korrespondierende Proben entnommen und ebenso die Mitte des fliessenden Eises mit den unmittelbar an die Seitenmoränen grenzenden Eispartien verglichen. Endlich wurde tief unter Moränenschicht liegendes, offenbar bereits recht altes, schwarzes Wassereis gesammelt.

Hier sei eingefügt, dass bei der Gelegenheit auch eine Reihe kristallografischer Beobachtungen am Eis sowie hinsichtlich des Schmelzprozesses gemacht werden konnten. Interessant waren einige Wahrnehmungen über die Kristallitgrösse, die im Frischfirn wenige Millimeter beträgt im Altfirn bis zu Erbsen- und Nussgrösse aufsteigt und schliesslich im Festeis des fliessenden Gletschers ganz extreme Dimensionen erreicht. Es spricht viel dafür anzunehmen, dass in grossen Gletschern Eiskristalle von Meterdimensionen häufig vorkommen.

Nach Bearbeitung der Elbrus-Eisdecke wandte sich die Expedition dem Bezinghi-Gebiet zu und beschritt zunächst den Zanner-Gletscher, dessen verschiedene Eisbrüche übergangen wurden. Am grossen Bezinghi-Gletscher wurden in der Höhe von Misseskosch sowie an der nordlichsten Zunge dieses längsten Kaukasischen Eisstromes systematisch von der Oberfläche, vom Grund von den beiden Seiten und in der Mitte Eisproben genommen. Bei diesen Probenahmen wurde besonders Rücksicht genommen auf eine unlängst von A. Eucken in den Nachrichten der Göttingen-Akademie angestellte Betrachtung über die in langsam abschmelzenden Eismassen zu erwartenden Anreicherungen und es wird sich die Möglichkeit ergeben die von Eucken erhaltenen Resultate experimentell zu überprüfen. Die lange, flache Zunge des grossen Bezinghi-Gletschers schien hierfür besonders geeignet.

Als letzte Aufgabe hatten wir uns die Untersuchung des Dewdorak-Gletschers im Kasbeck-Gebiet gestellt. Dieser ausserordentlich steile, wenig tiefe und offenbar sehr rasch fliessende Hangegletscher sendet eine kurze flache Zunge nach Osten, deren Mitte und Ende durch Entnahme einiger Proben studiert wurde.

Da die nur mit grosser Präzision mögliche Aufarbeitung der genommenen Proben erst im Laboratorium möglich ist, kann eine eingehende topographische sowie durch Photographien belegte Wiedergabe der unternommenen Arbeiten sowie insbesonders eine Diskussion der erhaltenen Ergebnisse hinsichtlich der Bewegung und des Alters der untersuchten Eisströme erst in 3 qis 4 Monaten in den Doklady erfolgen.

Schon jetzt aber möchte ich die Gelegenheit nicht versäumen den Akademikern Prof. Joffe und Prof. Wawilow für die freundliche Einladung zu dieser Expedition meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Ebenso sind wir der ausgezeichneten und vorbildlichen Organisation der wissenschaftlichen Elbrus-Expedition in der UdSSR, Jakowlew und seinen zahlreichen Helfern zu bestem Dank verpflichtet; sie haben unsere wissenschaftlichen und auch unsere sportlichen Bestrebungen in jeder Weise gefördert.

Moskau.

Eingegangen
d. 13. IX. 1935.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

GENETICS

CHROMOSOME NUMBER OF CERTAIN ANGIOSPERM PLANTS (*NICOTIANA*, *PETUNIA*, *OXALIS*, *SECALE* AND *PUNICA*)

By D. KOSTOFF, N. DOGADKINA and A. TICHONOVA

(Communicated by N. I. Vavilov, Member of the Academy, 13. V. 1935)

In preparing material for interspecific and intraspecific crosses amongst certain Angiosperm plants, we studied them morphologically and cytologi-

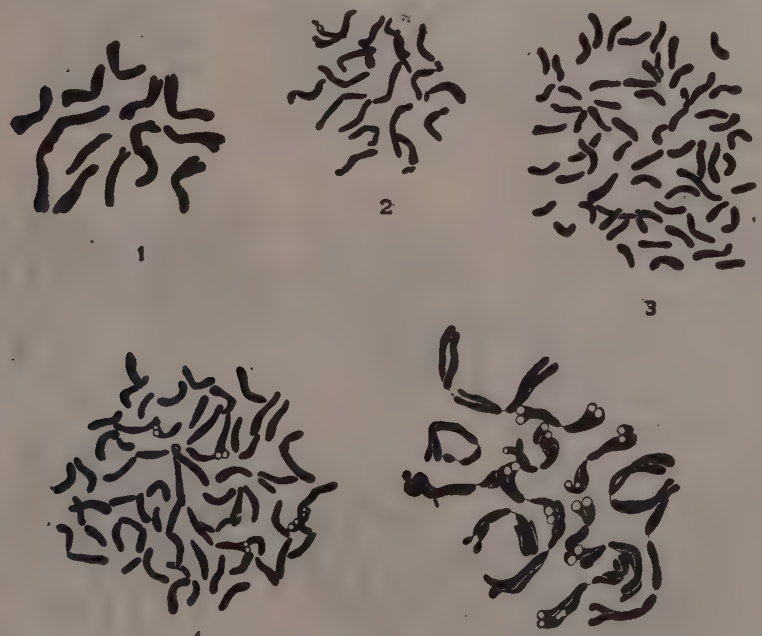


Fig. 1.

cally. The chromosome number of a series of plants studied will be reported here.

1. *Nicotiana*. Seeds of *Nicotiana Miersii* obtained from the Institute of Plant Industry of the USSR (A. Grabavetskaja) were raised during the last two years. They gave very uniform population. The somatic chromosome number of this species is 24.

Nicotiana Cavanilesii Dun. (often called *N. noctiflora*) with white flowers, lanceolate leaves, wavy up and down from both sides, highly self-sterile, has 24 somatic chromosomes.

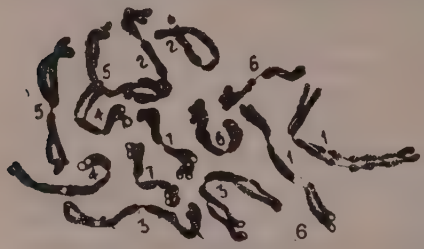


Fig. 2.

Dr. Dickson from the Australian Institute of Plant Industry sent us kindly two years ago seeds labelled *Nicotiana suaveolens parviflora*, and *N. suaveolens longiflora*. From the former we isolated two distinct types. The morphological appearance of the one type was very much like that of the species *Nicotiana nudicaulis*. It differed in certain minute characters. We labelled this type as *Nicotiana suaveolens nudicauleformis*. It has 48 somatic chromosomes like *N. nudicaulis*. Further hybridization experiments will show its relation to *N. nudicaulis*. It is very probable that the form *N. suaveolens nudicauleformis* is simply a variety of *N. nudicaulis*.

The other form that we isolated had very small and narrow white flowers. We labelled it as *Nicotiana parviflora*. It has 32 somatic chromosomes like *N. suaveolens*, but there is very little similarity between them, if any at all.

From the seed obtained under the label *N. suaveolens longiflora* we isolated *Nicotiana megalociphon* with 39—40 somatic chromosomes and several varieties of *N. suaveolens*, each with 32 somatic chromosomes.

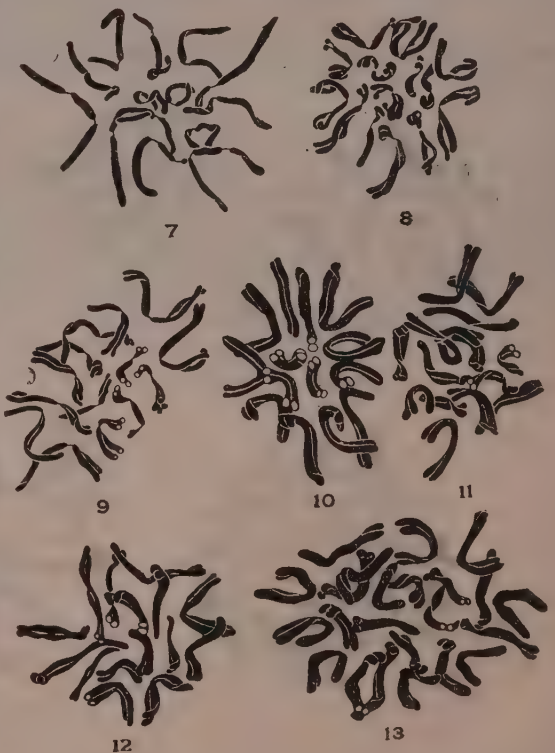


Fig. 3.

Petunia. Seeds of *Petunia violacea* were received from Dr. Stout, New York, they originated from plants raised in New York but from seeds originally obtained from Wellesley College (M. Ferguson). The plants raised from this material had $2n=14$. They were identical with the plants of *P. violacea* ($2n=14$) we had for a long time (*v.* Kostoff and Kendall, 1931) in our collection. Plants raised from seeds obtained directly from Wellesley College of *Petunia axillaris* had 14 somatic chromosomes, while those of *Petunia parviflora* have 18 somatic chromosomes. The genus *Petunia* is very closely related to *Nicotiana*. In

Petunia the basic chromosome number is probably 7, because, we know species with 14 and forms with 28 somatic chromosomes, while in *Nicotiana* we know the following haploid chromosome numbers: 9, 10, 12, 16, 20, 24, etc. *Petunia parviflora* is the only *Petunia* species known until the present time that has $n=9$, like some *Nicotiana* species. Further experiments will show its relation to the genus *Nicotiana*.

Oxalis. Heitz (1927) studied the chromosome number in 31 species of the genus *Oxalis*. Three out of 31 had 5, 10, and 40 chromosomes (haploid), while all the others had 7, 14, and 21 chromosomes (*v*. Tischler 1931). We studied *Oxalis tuberosus* cytologically. The material was received from the Institute

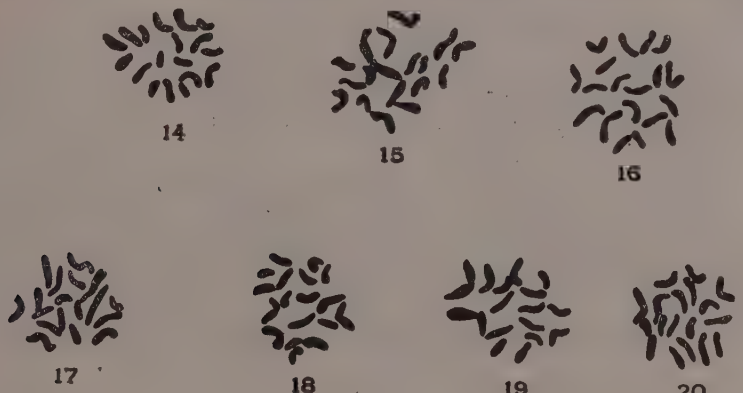


Fig. 4.

of Plant Industry of the USSR. In some forms 63—64 somatic chromosomes were counted, while in others 68—70 somatic chromosomes were found. *O. tuberosus* has very small chromosomes.

Secale. *Secale Vavilovi* Gross., *Secale fragile*, *Secale cereale*, *Secale ancestrale* Juk., and *Secale montanum*, seeds of which we obtained from the Institute of Plant Industry of the USSR were studied cytologically. Each of these species has 14 somatic chromosomes. The chromosome number for *S. cereale*, *S. fragile*, and *S. montanum* given by other authors (*v*. Emme 1927, Levitsky 1931) are in agreement with the numbers here reported. From crosses between *Secale cereale* and *Secale montanum* segregates were produced in the F_2-generation with 15 and even with 23 somatic chromosomes. The extra chromosomes are about as long as the normal ones in the 14 chromosomic forms, but not fragments as in the rye with 16 chromosomes described by Gotoh (1924, 1932) and others.

Punica granatum L. Seeds of various varieties from different localities of the USSR were kindly sent to us by A. Strebkova, Aserbeydjan Filiale of the Institute of Plant Industry of the USSR, Mardakian, near Baku.

The chromosome number of the following varieties of *P. granatum* was determined:

No 1. Kisil-Kabuh-shirin, Armenien	$2n=18$
No 2. Sour-sweet	$2n=18$
No 3. Kirarimza-Kabul, Gandja	$2n=18$
No 257. Gurush-anar, Middle Asia	$2n=18$
No 267. Miona Kanibadamsky, Middle Asia	$2n=18$
No 280/9. Kay-anar Middle Asia, Region Namangan	$2n=18$

No 283/3. Ag-pochak, Middle Asia, Margelan . . . . . $2n = 18$
No 285/3. Shirin-nar, pinc, Middle Asia, Reg. Namangan . . . . . $2n = 18$
No 285/4. Shirin-nar, pinc, Middle Asia, Reg. Namangan, from another sample . . . . . $2n = 18$
No 285/5. Shirin-nar, pinc, Middle Asia, Reg. Namangan, from another sample . . . . . $2n = 18$
No 288/1. Kaim-Shirin-nar, Middle Asia, Reg. Namangan, from sample № 1 . . . . . $2n = 18$
No 288/2. Kaim-Shirin-nar, Middle Asia, Reg. Namangan, from another-sample . . . . . $2n = 18$
No 289/5. Shirin-nar, with red seeds, Middle Asia, Region Namangan, Village Nadjimtal . . . . . $2n = 18$
No 289/6. Shirin-nar, with red seeds, from the same region . . . . . $2n = 18$
No 290/1. Otchik of Namangan, Middle Asia . . . . . $2n = 18$
No 290/2. Otchik of Namangan Middle Asia, Namangan, from another sample . . . . . $2n = 18$
No 341. Wild growing *Punica granatum* L. Kahsky Region of Aserbeydjan $2n = 18$
No 342. Wild growing, Aserbeydjan, Kah region, near Narydja . . . . . $2n = 18$
No 5959. Kararimsa (Kirmisi) Kabul, early, from Shuveliany . . . . . $2n = 18$
No 1. Flat, late ripening. Mardakian Garden of the Institute of Plant Industry, Aserbeydjan Filiale . . . . . $2n = 18$

It should be noted that all of the forms studied had $2n=18$. The same species was studied cytologically by the Japanese investigators Morinaga, Fukushima, Kano, Maruyama, and Yamasaki (1929); they have found $n=8$ in the pollen mother cells. It is possible that the Japanese varieties have $2n=16$. Or, may be, the Japanese investigators have counted two chromosomes pairs for one.

The authors are greatly indebted to all colleagues, who kindey supplied the seeds for the present investigations.

THE DESCRIPTION OF THE FIGURES

Somatic plates of

1. *Petunia axilaris* . . . . . 14 chromosomes
2. *Petunia parviflora* . . . . . 18 »
3. *Oxalis tuberosus* . . . . . about 64 »
4. » » » . . . . . 68 »
5. *Secale Vavilovi* Gross . . . . . 14 »
6. » » » . . . . . 14 »
7. » *ancestrale* Juk. . . . . 14 »
8. » *fragile* . . . . . 14 »
9. » *montanum* . . . . . 14 »
10. » *cereale* . . . . . 14 »
11. F_2 hybrids of *S. sereale* × *S. montanum* cross . . . . . 15 »
12. F_2 hybrids of *S. sereale* × *S. montanum* cross . . . . . 15 »
13. F_2 hybrids of *S. sereale* × *S. montanum* cross . . . . . 23 »

14—20. *Punica granatum* L.

14. No 3, Kirarimsa Kabul . . . . . 18 »
15. No 280/9, Kay-anar . . . . . 18 »
16. No 283/3, Ag-pochak . . . . . 18 »
17. No 285/4, Shirin-nar, pinc . . . . . 18 »
18. No 288/1, Kaim-shirin-nar . . . . . 18 »
19. No 290/1, Otchik of Namangan . . . . . 18 »
20. No 341, Wild growing *P. granatum* . . . . . 18 »

Institute of Genetics,
Academy of Sciences, Moscow.

Received
13. V. 1935

REFERENCES

[1] Emme E. K., 1927, Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breeding, vol. 17. [2] Goton K., 1924, Bot. Magas., vol. 38. [3] Levitzky G. A., 1931, Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breeding. vol. 27. [4] Kostoff, Dontcho and Kendall, James, 1931, Journ. Genet., vol. 24. [5] Morinaga T., Fukushima E., Kano T., Maruyama, Y., and Yamasaki, Y., 1929, Bot. Magaz., Tokyo, vol. 43. [6] Tischler, G., 1931, Tab. Biol., Bd. 1.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

BIOCHEMISTRY

THE YIELD OF CITRIC ACID FROM SUGAR AS A BASIS FOR ESTIMATING THE SCHEMES OF ITS FORMATION FROM THE LATTER

By V. S. BUTKEVIC (BUTKEVITSCH), Corresponding Member of the Academy, and M. S. GAJEVSKAJA

In previous works of one of the present authors and his collaborators (1) it was demonstrated that Chrzanszcz (2) and Bernhauer (3) proceeded from a fallacious interpretation of the phenomenon they had odserved, when they proposed their scheme of the formation of citric acid from sugar via acetic acid with a preliminary splitting of sugar along the type of alcohol fermentation. This phenomenon consists in an accumulation of citric acid in solutions of acetate after fungus films have been placed on their surface. Our investigations have established that in this case citric acid is formed not from acetic acid, as these authors claimed, but from the substances of the mycelium itself and that the role of the acetate in relation to the citric acid arising from this source is merely protective: the acetate limits the consumption of citric acid. Thus the assumption that citric acid is formed via acetic acid, at least so far as the phenomenon in solutions of acetate is concerned, cannot hold ground.

It is also possible to approach the estimation of the schemes of citric acid formation, based on the assumption that sugar is preliminarily split along the type of alcohol fermentation, by means of registering the highest possible yields of the acid from sugar. According to the schemes, taking such a transformation of sugar for granted, the formation of citric acid from it must be expressed by the following equation:

$$3\,C_6H_{12}O_6 + 9\,O_2 = 2\,C_6H_8O_7 + 6\,CO_2 + 10\,H_2O,$$

and the yield of this acid from sugar, according to this equation may not exceed 71.1 p. c. of the amount of sugar consumed. On the other hand, if the whole sugar molecule would transform into citric acid the yield of the latter according to the equation

$$C_6H_{12}O_6 + 1^1/_2\,O_2 = C_6H_8O_7 + 2H_2O$$

may be as high as 106.7 p. c.

Under usual conditions of the cultivation of *Aspergillus niger* the yields of citric acid are but seldom in excess of 50—60 p. c. of the sugar consumed, but on some occasions, particularly if sugar solutions are introduced under films which have been grown beforhand, much higher yields, considerably over 70 p. c., could be observed. Such cases have been registered in the experiments of one of us in 1923 (4) and more recently in our experiments with Barinova (5) in 1932. The values observed were close to 100 p. c. But on all these occasions the determination of the amount of sugar consumed for the formation of citric acid had not been sufficiently precise. The sugar was checked by the method of Bertrand, i. e. by a method based on reduction. Such a method could not be considered perfectly reliable in this case, as the cultures might contain other reducing substances besides sugar.

The results cited below have been obtained by experiments in which both the citric acid accumulated and the sugar consumed in its formation

were determined with utmost care. Both acid and sugar were determined parallelly by two different methods each, for mutual checking of the results. Citric acid was determined by the method of Butkevitsch (6) and by that of Hartmann and Hillig (7), the weight determination of pentabromacetone being replaced by the volume one according to Cometiani (8). Sugar was determined as usual by the method of Bertrand, based on reduction of copper oxide, and by the recently proposed by Herzfeld colorimetric method, based on the production of osazone (9). This method was somewhat modified and made more precise by us. By the last named method, as we were able to show by our investigations, quite satisfactory results are obtained under definite conditions. To secure still greater correctness of the results obtained by this method, these were checked by parallel determinations of sugar by means of the same method in artificially prepared solutions, the composition of which corresponded to the analysed cultural liquids whose glucose and laevulose contents were previously determined by the methods of Bertrand and Ost-Nijn (10). The results of the determinations, made by these different methods, checked quite well in all the cases. Hence it follows in respect of sugars that the cultures analysed did not contain any considerable amounts of other reducing substances besides sugars.

We selected for our experiments the most active in respect of acid formation of the *Aspergillus niger* strains at our disposal: strain Ia. It was found in many experiments with this strain that its films tend to accumulate the greatest amounts of citric acid on sugar solutions when the latter is substituted for the nutrient solution on which they had been grown by them. Accumulation of citric acid in such sugar solution and its yield from the sugar consumed for its formation were the subject of investigation in the experiments which we arranged. The sugar and citric acid, remaining in the films when they were transferred from the nutrient solution to the sugar one, were checked by determinations, made on control films, and were taken into consideration, in the computation of the total balance. The value expressing the amount of sugar consumed for the formation of acid, was calculated by subtracting the amounts of sugar remaining unconsumed and consumed for the formation of gluconic acid and for the film's growth (in this case we simply subtracted a value equal to the dry weight increase of the film) from the total amount of sugar introduced. No oxalic acid was found in the investigated cultures.

One part of the experiments was conducted with glucose, the other with saccharose. Each experiment included 5 parallel cultures for substitution of the sugar solution for the nutrient one and for investigation of control films. The results for all parallel cultures checked well with one other, deviating but slightly from the mean values. We reprint here only the results of the two experimental series—one with glucose, the other with saccharose—in which the highest yields of citric acid were obtained (see the Table).

Each film was grown and kept for some time on 100 cm^3 of nutrient solution, which contained 20 p. c. of sugar, 0.35 p. c. of KNO_3, 0.03 p. c. of KH_2PO_4, 0.01 p. c. of $MgSO_4.7H_2O$, 0.002 p. c. of $ZnSO_4.7H_2O$, and 0.0015 p. c. $FeCl_3$. After this, an equal volume of 20 p. c. sugar solution was introduced under the films. Both solutions were acidulated with HNO_3 to pH=3, and 0.1 p. c. of each $Mg(NO_3)_2$ and KNO_3 were added to the sugar solution. The activating effect of these two salts on citric acid formation has been shown by our earlier experiments (11). The fungus was kept at 30° C on both the nutrient and the sugar solutions for 8 days on each. The results obtained by investigating the sugar solutions and the films are shown

Nos of cultures	Sugar introduced in the experiment	Increase of film	Gluconic acid	Citric acid*	Sugar consumed for citric acid formation	Yield of citric acid in p. c. of sugar consumed
		Grams per culture				
1		0.289	0.634	10.52	12.00	87.7
2	Glucose	0.324	0.583	9.41	11.44	82.3
3	20.492	0.229	0.583	10.56	12.26	86.1
4		0.342	0.596	11.55	12.97	89.1
5		0.324	0.687	10.41	12.39	84.1
Average values		0.302	0.617	10.49	12.21	85.9
6		0.098	0.618	9.52	10.11	94.2
7		0.114	0.579	9.89	10.36	95.5
8	Saccharose	0.198	0.624	10.62	10.58	100.4
9	20.325	0.237	0.588	11.08	11.06	100.2
10		0.188	0.628	10.24	10.18	100.6
Average values		0.167	0.608	10.27	10.46	98.2

in the above table.

The determination of the total sugar remaining in the sugar solutions decanted from the films, made by the methods of Bertrand and Herzfeld, and of laevulose by that of Ost—Nijn, showed that in the experiments with saccharose about 80 p. c. of the total remaining sugar fell to the part of laevulose, i. e. that of the components of saccharose the one chiefly consumed for the formation of citric acid was glucose.

From the data of the above table it is evident that the yields of citric acid from sugar may exceed considerably the limit value computed from the scheme, according to which it is formed from sugar via the splitting of the latter along the type of alcoholic fermentation.

The yields obtained by us in the saccharose series of experiments approach closely the maximum value which may be reached if the entire sugar molecule were transformed into citric acid (106.7 p. c.).

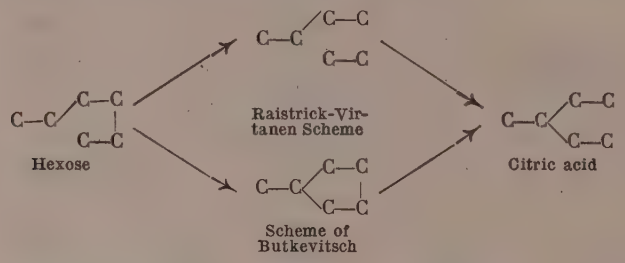
It follows hence that the scheme assuming a preliminary splitting of sugar along the type of alcoholic fermentation is not in correspondence with actual facts and that we must return to the schemes according to which the entire sugar molecule is consumed for the formation of citric acid.

Of such schemes the one proposed by Raistrick ([12]), as well as the in its essence almost identical with it scheme of Virtanen ([13]) and the very closely allied scheme proposed by one of us ([14]) in 1924, seem the most likely. The schemes of Raistrick and Virtanen assume that the sugar molecule splits into oxalic-acetic acid and acetic acid, this being accompanied by oxidation, and that these acids combine to form a molecule of citric acid

* The values are given for anhydrous acid ($C_6H_8O_7$).

through aldol condensation. According to the scheme proposed by one of us, aldol condensation in the molecule of sugar itself with the formation of a five-link ring is assumed as the first stage, the second stage being represented by the breaking of this ring, which takes place with oxidation and results in the formation of the bifurcating chain of citric acid.

Thus both these schemes assume one and the same cycle of transformations, and they differ only in respect of the order of sequence of the individual stages of this cycle. The transformations in the carbon chain of sugar appear to be the following for either scheme:



Further investigations aiming at the detection of the intermediate products of transformation or at obtaining citric acid by means of the action of fungus films on the presumed intermediate products, must show whether one or the other, or neither of these schemes corresponds to what actually occurs.

As to the splitting of the sugar molecule into 2- and 4-carbon chains, admitted by these schemes, the data of Virtanen ([15]) for propionic acid bacteria and those of Scheffer ([16]) for *B. coli* testify that this type of sugar splitting occurs in the biochemical transformations of sugar side by side with its splitting into 3-carbon complexes charcteristic of the alcoholic and other allied fermentations.

Citric Acid Laboratory,
Confectionery Research Institute, Moscow.

Received
1. VII. 1935.

REFERENCES

[1] Butkevitsch, Menschinskaja u. Trofimowa, Biochem. ZS., **272**, 290 u. 364 (1934); **276**, 446 (1935); Микробиология, **3**, **319**, 557 (1934). [2] Chrzaszcz u. Tiukow, Bioch. ZS., **229**, 343 (1930).—Chrzaszcz u. Zakomorny, Ibid., **250**, 254 (1932). [3] Bernhauer u. Siebenäuger, Ibid., **240**, 232 (1931).—Bernhauer u. Böckl, Ibid., **253**, 16 (1932).—Bernhauer, Erg. d. Enzymforsch., **3**, 211 (1934). [4] Butkevitsch, Bioch. ZS., **142**, 195 (208), (1923). [5] Буткевич и Баринова, Труды Биох. инст. пищ. и вкус. пром., **2**, 163 (1932). [6] Butkevitsch, Bioch. ZS., **131**, 327 (1922); **154**, 177 (1924). [7] Hartman and Hillig, Journ. Assoc. Agric. Chem., **10**, 264 (1927); **11**, 257 (1928); **13**, 99 (1930). [8] Kometiani, ZS. analyt. Chem., **86**, 359 (1931). [9] Butkevitsch and Gajevskaja, C. R. Acad. Sci., URSS 1935, **3**, 405. [10] Klein's Handb. d. Pflanzenanalyse, **2**, Teil I, 834 (1932). [11] Butkevitsch u. Timofejewa, Bioch. ZS., **275**, 405 (1935); Микробиология, **3**, 574 (1934). [12] Raistrick and Clark, Bioch. Journ., **13**, 329 (1919). [13] Virtanen and Pulkki, Ann. Acad. sc. Fennicae, ser. A, **33**, No 3 (1930).—Virtanen, Ibid., **36**, No 11 (1933). [14] Butkevitsch, Bioch. ZS., **145**, 442; **154**, 177 (1924); Jahrb. wiss. Bot., **64**, 637 (1925). [15] Virtanen, Soc. sc. Fennicae, Comm. Phys.-Math., **1**, 36 (1923); **2**,20 (1925); Ann. Acad. sc. Fennicae, ser. A, **29**, No 26 (1927); **36**, No 11 (1933); ZS. physiol. Chem., **163**, 284 (1927); **187**,7, 45 (1930); Acta chemica Fennica (1931). [16] Scheffer, De suikervergisting door bacterien der coligroep. Diss. Delft (1928).—Kluyver, The Chemical Activities of Microorganisms, p. 56 (1931).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

BIOCHEMISTRY

BIOCHEMICAL CHANGES IN WHEAT GRAIN UNDER THE ACTION OF HIGH TEMPERATURES

By V. L. Kretoviç and E. N. Riazanceva

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 4. IX. 1935)

The problem of the action of heating on the biochemical properties of grain is of much theoretical and practical interest. Theoretically it is interesting from the standpoint of the mechanism of temperature coagulation of the protoplasm accompanied by a series of phenomena altering the biochemical qualities of the cell and from the practical point of view it is of much importance on account of the fact that the process of grain drying and the hot process of grain conditioning are based entirely upon the treatment of grain by heat.

The aim of the present work was to determine the changes taking place in the wheat grain under the action of high tepmeratures. The principal objects of investigation were the proteins and the activity of some of the ferments.

METHOD USED

Heating of the Grain. 100 g portions of grain in cardboard boxes were placed into an electric drying chamber the walls and shelves of which were lined with asbestos. The temperature of the air in the chamber was recorded by a thermometer whose the bulb was lying directly upon the grain. After the grain had been heated, it was ground on an experimental laboratory mill and taken for analysis.

Determinations of the Solubility of Gliadin. Aliquots of flour had been extracted 4 times for 24 hours each by 70 p. c. ethyl alcohol, and the nitrogen of the extracts was determined by the Kjeldahl method. The values obtained were expressed as percentage of total nitrogen of the flour.

Determinations of the Hydration of Gluten. The gluten was weighed both in the raw and absolutely dry state (dried at 105° C) and, according to the data obtained, the percentage of hydration of the absolutely dry substance of the gluten was calculated.

Determinations of Catalase Activity were made by the Bach-Oparin (1) method and values were given in cm^3 of 0.1 n $KMnO_4$ per gram of dry flour.

Determinations of Diastase Activity were made by the Grain Institute method (2) with the exception that the results were expressed in mg of copper per 10 g of absolutely dry flour.

RESULTS

Changes of Proteins

The determinations made of the solubility of gliadin in alcohol have shown that the more intensely the grain was heated the greater was the denaturation of gliadin and the less of it passed into the alcohol solution. This can be clearly seen from Table 1.

Table 1

Heating period (hours)	Air temperature °C	Alcohol soluble nitrogen, p. c. of total nitrogen	Grain variety
Control	—	58.0	Manitoba, 1931 crop, moisture 11.2 p.c.
3	90	55.5	
3	130	48.5	
6	130	44.5	
Control	—	41.59	North Caucasian Erythro-spermum, 1933 crop, moisture 13 p. c.
3	105	41.09	
6	105	35.14	
3	130	30.30	
6	130	24.50	

Our data thus confirm the results of Herd ([3]), who had found that the treatment of wheat by heat causes a decrease in protein solubility.

The characteristic hydration capacity of proteins is of great importance from the standpoint of the baking qualities of the wheat. It was therefore natural to undertake as a further step the determination of hydration of gluten from heated grain, as S. Sœrensen and M. Sœrensen ([4]), working with egg albumin, have established that denatured albumin is considerably less hydrated than native albumin. Our determinations have shown that by heating the grain hydration of gluten becomes noticeably decreased. This is evident from Table 2.

Table 2

Heating period (hours)	Air temperature °C	Gluten hydration in percentages	
		37 p. c. flour, 1934 Original moisture 12.3 p. c.	50 p. c. flour, 1934 Original moisture 18.7 p. c.
Control	—	230.8	207.9
3	60	227.7	200.6
3	90	221.9	191.7
3	105	210.6	190.0
6	105	192.0	174.9
3	130	No gluten washed out	No gluten washed out

Changes of Enzymic Activity

Catalase. Euler and Günther (5) have been studying the changes of activity of some of the ferments, including catalase, in sprouts of slightly heated grain. They have found some inconsiderable decrease of activity.

We were investigating the influence of heating upon the catalase of the grain itself. It appeared that out of all the ferments investigated by us catalase is the most thermolabile. The heating of comparatively dry grain at 90° C causes already a sharp decrease of catalase activity. The results obtained are given in Table 3.

Table 3

Heating period (hours)	Air temperature °C	Catalase activity in cm^3 0.1 *n* $KMnO_4$ per gram of absolutely dry flour			
		Erythrospermum Original moisture 7 p. c.	Melanopus Original moisture 6.8 p. c.	Ukrainka Original moisture 10 p. c.	Ukrainka Original moisture 8.5 p. c.
Control	—	29.9	31.4	59.0	56.9
3	60	28.4	27.5	50.9	48.7
3	90	9.4	8.8	15.0	14.5
3	105	1.5	2.5	2.7	5.6

These data allow to draw a very important conclusion from the standpoint of technology, viz. that control of grain drying and hot conditioning could be based on determinations of catalase activity: our experiments have shown a very close relation between catalase activity and the quality of the baked bread.

Diastase. Changes in diastase activity take place very unexpectedly. In grain heated at a comparatively low temperature (60—90° C) diastase is not oppressed but on the contrary shows greater activity, and only more intensive heating causes partial inactivation of the ferment.

Similar activation was observed by Euler and Bliks (6) on catalase by heating yeast at 55—60° C. The data obtained by us are given in Table 4.

Table 4

Heating period (hours)	Air temperature °C	Diastase activity in mg Cu per 10 g of absolutely dry flour			
		Krimka		Caesium	
		In water	In McIlvaine's solution pH=5.2	In water	In McIlvaine's solution pH=5.2
Control	—	312.7	320.3	302.7	306.6
3	60	324.2	372.0	321.7	350.4
3	90	261.8	306.6	264.7	375.0
3	105	189.0	271.0	200.4	325.8
6	105	189.0	276.5	197.8	290.2

As it might have been supposed that either maltase or saccharase was activated and that owing to same an increase of the reducing capacity re-

sulted, corresponding experiments were undertaken, which have shown, however, that it was really the diastase that was activated.

This evident activation of the saccharifying capacity of diastase has been repeatedly proven by us on a series of samples of both grain and flour. It is interesting to note that in comparison with the control the activity of the ferments of intensely heated grain is hardly lowered in the buffer solution, while in water a sharp decrease of diastase activity was to be observed. This last phenomenon is apparently due to the fact that the activation and inactivation of the ferment under the action of temperature is caused by some changes in the colloids connected with the ferment. These changes of the colloidal state of the ferment «carrier» caused by the action of high temperatures are apparently balanced to a certain degree by the constant reaction of the medium. Owing to this, even very intensely heated grain does not show a sharp decrease in diastase activity in the buffer solution.

The activation of diastase by heating of the grain is apparently similar to the action of warm bathing (7) upon buds (Warmbadmethode). Rapid opening up of warmed buds is also apparently due to the destruction of the connection between the ferments and other colloids of the cell.

Biochemical Laboratory of the All-Union
Institute for Cereal Research.

Received
4. IX. 1935.

REFERENCES.

[1] А. Кизель, Практическое руководство по биохимии растений, 1934. [2] Инструкция по определению диастатической активности, 1931. [3] C. W. Herd, Cereal Chemistry, 8, № 1 (1931). [4] S. P. Sœrensen and M. Sœrensen, C. R. Laborat. Carlsberg, **15** (1925). [5] H. Euler u. H. Günther, ZS. f. Physiol. Chem., **220**, 69 (1933). [6] H. Euler u. R. Bliks, ZS. f. physiol. Chem., **105**, 83 (1919). [7] В. И. Палладин, Работа ферментов в живых и убитых растениях, 1910, стр. 14—15.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

BIOCHEMISTRY

THE CONTENT OF GLYCOGEN IN TAPE-WORMS (CESTOIDS)

By J. A. SMORODINTZEV and K. W BEBESHIN

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 3. IX. 1935)

The tape-worms, in parasite state, differ from the higher classes of animals by their characteristically higher content of glycogen. Intending to establish, from this point of view, a difference between the separate species of tape-worms and to study at the same time the extent of variations observed in the constitution of these parasites, we have undertaken a range of comparative experiments on glycogen, found in the three commonest species of tape-worms, most known in our country. That is to say: *Taenia saginata*, *Taenia solium* and *Diphyllobotrium latum*.

Methods of Investigation

As soon as expulsed, the tape-worm must be carefully rinsed in water, then to be sucked out on a Buchner funnel. 5 g of this worm taken in equal measures from the neck, middle and tail parts of its body were heated with 5 cm of a 60% NaOH in a water bath during 5 hours. This solution, after cooling was mixed with a double quantity of a 96 p. c. alcohol and then in pure alcohol (absolute) and ether, afterwards being subjected to hydrolysis by heating with a concentrated hydrochloric acid during three hours.

The amount of glycogen thus obtained was determined through titration according to Fehling.

All analyses were made twice over.

Experimental part

Having determined by means of the above described method the glycogen of 20—22 specimens of each kind of tape-worms, we proceeded to tabulate the results of our work, which are given actually in Table 1.

Table 1

Content of glycogen in p. c. of raw weight

Taenia saginata: 7.28; 7.74; 6.30; 6.83; 7.60; 7.90; 6.40; 8.36; 6.58; 8.60; 6.40; 8.22; 6.66; 7.54; 7.08; 7.08; 6.58; 8.18; 8.14; 6.62; 6.16; 9.12.
Minim. 6.16; Maxim. 9.12; Average 7.37.

Taenia solium: 1.92; 2.68; 1.58; 6.90; 1.78; 2.50; 2.34; 2.46; 6.90; 2.22; 1.90; 2.92; 1.00; 2.28; 3.12; 1.00; 1.54; 2.60; 3.10; 3.06; 1.68; 1.90.
Minim. 1.00; Maxim. 6.90; Average 2.17.

Diphyllobotrium latum: 2.06; 2.28; 1.00; 3.20; 0.80; 1.00; 0.96; 3.18; 1.24 3.36; 1.62; 1.81; 2.23; 1.44; 1.92; 2.64; 2.22; 4.64; 1.70.
Minim 0.80; Maxim 4.64; Average 1.90.

Taenia expansa [1]: Minim. 1.50; Maxim. 4.70; Average 3.10.

Thus we were able to detact in all the three kind of tape-worms a considerable amount of glycogen outweighing not only the percentage of fat, but in the case of *Taenia saginata* even that of protein.

In spite of the great variations in the content of glycogen for each separate kind of tape worms, still on the average it is aproximately equal in *Taenia solium* and *Diphyllobotrium latum*, though 3 or 4 times smaller when compared with *Taenia saginata*.

It should be associated perhaps with the fact that *Taenia saginata* in its intermediate state lives exclusively upon organisms of herbivorous animals, whilst the other two kinds parasites upon carnivorous ones.

Table 2

Comparative Chemical Content of the Bodies of Tape-Worms and Mammals in p. c.

Class of animal	Dry residue	Organic substance	Proteins	Glycogen	Lipoids	Ash
Oxen tape-worm [2] (Solitaire)	12.20	11.55	4.0	7.37	1.36	0.65
Pig (Solitaire)	8.71	8.23	4.0	2.17	1.41	0.53
Broad band tape-worm	9.50	9.04	5.69	1.90	1.54	0.43
White mouse [3]	32.81	—	18.87	—	10.9	3.04
Rabbit [4]	33.01	—	17.88	—	8.0	4.22
New born man [5]	28.2	—	11.7	0.62	12.3	2.7

The general content of dry residue in tape-worms is 3 or 4 times smaller than that of the mammals.

The reason of this lies on the 2—4 times smaller content of proteins in the bodies of parasites, 5—6 smaller precentage of lipoids and from 5—10 times of ash, the glycogen only being accumulated from 3—12 times more in comparison with that of the mammals.

Whilst in the dry residue of a new born man body we find only 2.2 p. c. of glycogen and 44 p. c. of lipoids 60 p. c. dry residue of *Taenia saginata* are consisting of glycogen, whereas the accumulation of lipoids reaching 11 p. c. of dry residue.

The analyses were made with the kind assistance of Com. E. W. Balabanova.

Conclusions

1. The average in the 22 definitions of the *Taenia saginata* shows 60 p. c. glycogen in dry residue.
2. The glycogen content of *Taenia saginata* is equal to twice the content of protein and the 5 fold content of lipoids.
3. The pig tape-worm and the broad band tape-worm maintain from 20—25 p. c. glycogen in dry residue.
4. *Taenia solium* and *Diphyllobotrium latum* have a content of glycogen twice or three times smaller than the percentage of protein, but greater still then the general amount of lipoids.
5. *Taenia saginata* is apt to accumulate from 3—4 times more glycogen, than *Taenia solium* or *Diphyllobotrium latum*.

Chemical Department of Tropical Institute.
Moscow.

Received
3. IX. 1935.

REFERENCES

[1] E. Weinland, ZS. f. Biolog. **41**, 69; **42**, 55; **44**, 1, 1903. [2] I. A. Smorodintzev and K. W. Bebeshin, Biochem. ZS., **261**, 176, 1933; **276**, 271, 1933. [3] R. de Böhtlingk, Arch. des sci. biol., **5**, 395, 1897. [4] M. Rubner. Arch. f. Hyg., **65**, 140, 1908. [5] Söldner u. Camerer, Z. S. f. Biol., **44**, 61, 1903.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

EMBRYOLOGIE

Von Z. S. KATZNELSON

ÜBER DIE HERKUNFT DES SARKOLEMMS DER QUERGESTREIFTEN MUSKELN

(Vorgelegt von A. A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 31. VII. 1935)

Im heurigen histologischen Schrifttum sind bezüglich der Natur des Sarkolemms höchstwidersprechende Anschauungen vertreten. Die einen halten das Sarkolemm für eine echte zellige Membran der «Muskelzelle», wogegen andere dieses Gebilde zu den Derivaten des intermuskulösen Bindegewebes zurechnen und andere wieder vertreten die Meinung, das Sarkolemm sei auf Kosten der Myoblasthülle unter Mitbeteiligung der intermediären bindegewebigen Elemente entstanden.

Häggqvist (1) hat eine spezielle Untersuchung angestellt, in der er versucht das Problem von der Natur des Sarkolemms auf genetischem Wege zu lösen. Er untersuchte Kaulquappen von Fröschen und fand, dass auf sehr frühen Entwicklungsstadien die Myoblasten von einer doppelt konturierten Membran umgeben sind. Diese Membran wird von Häggqvist als «primäres Sarkolemm» bezeichnet. Laut Häggqvist unterliegt es keinem Zweifel, dass wir hier mit einer, innerhalb des Myotoms entstehenden, Abgrenzung dessen Protoplasmas, also mit einem Sarkolemm zu tun haben (S. 90). Später kommt, an Stelle des primären das sekundäre, mit anderen Worten das definitive Sarkolemm zusammen mit bindegewebigen Substanzen zur Differenzierung. Letzteres zeichnet sich durch seinen Zusammenhang mit dem Geflecht der Kollagenfasern aus. Häggqvist vortritt dieselbe Auffassung in seiner übersichtlichen Abhandlung über das Muskelgewebe (2).

Die Erforschung der Entwicklung des quergestreiften Muskelgewebes auf mesenchymaler Basis (3,4) ermöglichte es mir das Fehlen jeglichen Gebildes, das an das primäre Sarkolemm Häggqvist's erinnern würde, mit Sicherheit festzustellen und ich habe ermitteln können, dass bis zum Stadium der Primitivbündel ein Sarkolemm nicht vorhanden ist. Somit musste anerkannt werden, dass das Sarkolemm ein sekundäres Gebilde ist, das in den späteren Stadien der Myogenese auftritt.

Meine Erforschung der mesenchymalen Myogenese hat es mir jedoch nicht ermöglicht den Gang der Sarkolemmentwicklung zu verfolgen. Als ich später die Erforschung des Entstehens der quergestreiften Muskeln auf myotomaler Basis (5) unternahm, so liess sich auch auf diesem Wege das früher erschlossene, nämlich der Umstand, dass das Sarkolemm ein sekundäres Gebilde ist, nachweisen; und in diesem Falle liess sich ebenfalls die Genese des Sarkolemms deutlich verfolgen.

Meine, am Axolotl und dem Ural Salamander (*Salamandrella Keyserlingi* Dyb.) ausgeführte Erforschung der Entwicklung der myotomalen Muskeln hat gezeigt, dass die Myoblasten auf einem bestimmten Stadium, in der Tat, durch eine «doppelt konturierte Membran» (Häggqvist) voneinander abgegrenzt sind. Es ist aber hervorzuheben, dass erstens dies nicht eine Primärmembran ist, zumal auf noch früheren Stadien die Myoblasten bloss durch eine äusserst feine einkonturige Linie voneinander abgegrenzt sind. Zweitens stellt diese «Membran» das Ergebnis einer Differenzierung des Myoblastenprotoplasmas in einen endoplasmatischen Teil, der Kerne und Dotterplättchen führt, und einen exoplasmatischen Teil, in dem später

Myofibrillen auftreten, vor. Sobald die Differenzierung der Myofibrillen eintritt, verschwindet die Ab grenzung zwischen den Myoblasten und das gesamte Muskelsegment wird symplastisch.

Die Primitivbündel, die eine derartige Anlage ergeben, sind zunächst völlig voneinander abgetrennt und entbehren jeglichen Sarkolemms. Ein solches kommt erst später, unter Mitbeteiligung der Mesenchymalelemente, die eine Differenzierung in der Richtung einer Ausbildung des Bindegewebes erfahren haben, zum Vorschein.

Das embryonale Bindegewebe dringt in das Muskelsegment auf dem Wege der Myosepten ein. An sagittalen und frontalen Schnitten durch die Larven kann man dieses Vordringen der Bindegewebezellen beobachten und es lässt sich auf solchen Schnitten auch leicht verfolgen wie diese Elemente auf dem Wege der Myosepten zwischen die Primitivbündel gelangen.

Sobald die Primitivbündel ihre Gestalt annehmen, werden sie von Bindegewebszellen umgeben, wobei das Protoplasma dieser Zellen einen exoplasmatischen Prozess durchmacht und zum Sarkolemm der Muskelfaser wird. So bekommt man z. B. auf Schnitten, die durch eine am 12-ten Tag ihrer Entwicklung fixierte *Salamandrella* Larve geführt worden sind, noch nicht völlig abgesonderte Fibrillenbündel zu sehen, die einen Kern umgeben. Am 15-ten Tag der Entwicklung finden wir auf dem Querschnitte die Primitivbündel bereits vor, die Kerne in ihrem Innern führen, aber noch gar kein Sarkolemm besitzen.

Auf späteren Entwicklungsstadien kommen sowohl Primitivfasern ohne Sarkolemm, wie auch solche, um welche herum das Sarkolemm unter Mitbeteiligung der bindegewebigen Zellen in Ausbildung begriffen ist, vor. Die ersten bestehen aus Myofibrillensäulchen, die einen zentral, bzw. peripherisch gelagerten Kern führen und meistens sind solche Myofibrillensäulchen von einer deutlichen aber nicht scharf konturierten Sarkoplasma schicht umringt. Nach erfolgter Ausbildung des Sarkolemms erlangt die Faser eine scharfe Kontur und es bleiben an ihrer Peripherie Kerne der Bindegewebszellen zu liegen samt dem Teile des Cytoplasmas, das im exoplasmatischen Prozesse für die Ausbildung des Sarkolemms nicht verbraucht worden ist. Diese Elemente beteiligen sich später an der Ausbildung des Perimysiums—des intermediären Bindegewebes, das die Muskelfasern miteinander verbindet.

Meine, an der Entwicklung des Sarkolemms an Amphibien angestellten Beobachtungen bestätigen die Anschauungen Pappenheimer's (6) bezüglich der Natur des Sarkolemms, zu denen der erwähnte Verfasser gelangt war, während er Muskelfasern, die bereits zur Gestaltung gekommen waren, untersuchte.

Die Hauptergebnisse meiner Beobachtungen sind.

1) Die «Membran» der Myoblasten steht in keinerlei Beziehung zu dem später aufkommenden Sarkolemm der quergestreiften Muskelfasern.

2) Das Sarkolemm der quergestreiften Muskelfasern ist ein sekundäres Gebilde, das auf Kosten der bindegewebigen Elemente entsteht.

Histologisches Laboratorium
des 1. Leningrader Medizinischen Instituts.

Eingegangen
d. 31. VII. 1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Häggqvist, Anat. Anz., **53,** 1920. [2] Häggqvist, W. v. Möllendorf's Handbuch, Bd. 3, Tl. 3, 1931. [3] Katznelson, C. R. Acad. Sci. URSS, II, 1934. [4] Katznelson, Anat. Record, **61,** 1934. [5] Katznelson, C. R. Acad. Sci. URSS, 1935. [6] Pappenheimer, Ziegler's Beiträge, **44,** 1908 (zitiert nach Schwalbe's Jahresbericht, Bd. 14).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

PFLANZENPHYSIOLOGIE

Von G. H. MOLOTKOVSKIJ

DAS STUDIUM DES ZUSTANDES DER SPALTÖFFNUNGEN NACH DER METHODE DER ZELLULOIDABDRÜCKE

(Vorgelegt von A. A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 20. VII. 1935)

In den agrophysiologischen Felduntersuchungen kommt denjenigen Methoden ein bedeutender Wert zu, die die Arbeit ohne Schaden für die Genauigkeit der Messungen beschleunigen können.

Von diesen Methoden des Studiums des Zustandes der Spaltöffnungen verdienen die Methoden der Kollodium- und Gelatineabdrücke hervorgehoben zu werden (erstere von Buskalioni und Polacci [1], letztere von Arcichovskij und Arcichovskaja [2,3]).

Wenn diese Methoden keine grössere Verbreitung gefunden haben, so liegt die Ursache darin, dast sich sowohl die Kollodium- als auch die Gelatineschicht nicht von allen Blättern leicht ablösen lässt; man muss Kollodium von verschiedener Konzentration verwenden, die lebenden Zellen werden durch seine Einwirkung beschädigt, dazu kommt noch eine gewisse Verzögerung des Eintrocknens (10—15 Min.) für die Gelatineabdrücke u. s. w. Wir erachten es darum für notwendig die Beschreibung einer analogen Methode der Zelluloidabdrücke zu liefern, die die Erhaltung nicht minder genauer und detaillierter Abdrücke ermöglicht, bei einigen Modifikationen die lebenden Zellen nicht beschädigt und deren Anwendung ausserordentlich einfach ist. Dazu beschleunigt sie den Prozess der Herstellung der Abdrücke, was unter den Feldbedingungen der Untersuchung von Wichtigkeit ist.

Der Kinofilm wird von der lichtempfindlichen Emulsion befreit und zuerst in heissem schwachem Laugenwasser und dann in gewöhnlichem destilliertem Wasser gewaschen. Die nötige Menge wird in kleine Stücke zerschnitten und dann mit Birnenessenz übergossen. Nach einiger Zeit erhalten wir eine syropartige Lösung. Einen Tropfen dieser Lösung tragen wir auf ein Blatt auf oder machen einen Pinselstrich. Nach Verdünstung der Essenz erhalten wir eine Schicht mit einem genauen Abdruck der Blattoberfläche der Pflanze.

Dieses Verfahren kann aber nicht als erfolgreich angesehen werden, denn das Gewebe einiger Pflanzen wird durch Einwirkung der Birnenessenz beschädigt und die Ablösung solcher Schichten geht nicht immer glücklich vor sich.

Darum haben wir die Technik der Herstellung der Abdrücke etwas verändert und die Birnenessenz durch Azeton als Lösungsmittel ersetzt.

Das Azeton löst die Zelluloidschicht gut auf und verdunstet dabei schnell. Es verflüchtigt sich so schnell, dass man die mit ihm getränkte Schicht buchstäblich sofort nach dem Auftragen auf das Blatt ablösen kann, und dabei erhält man gute Abdrücke der Spaltöffnungen und der Blattepidermis

überhaupt. Die syropartige Zelluloidlösung in Birnenessenz wird als dünne Schicht über die glatte Oberfläche irgend einer Glasplatte ausgebreitet. Nach Verdünstung der Essenz erhalten wir eine dünne, zigarettenpapierartige Zelluloidschicht, aus der wir je nach der Grösse, Nervatur u. s. w. des Blattes Stücke von entsprechender Länge und Breite ausschneiden. In unserer Praxis wurden Streifen von 4×15 mm verwandt. Jeder Streifen der Schicht wurde an einem Ende etwas umgebogen. Wenn man den Streifen am umgebogenen Rande mit einer Pinzette ergreift, mit einer Seite in Azeton eintaucht und dann auf die Blattepidermis legt, so ergibt die aufgelöste Oberfläche der Zelluloidschicht nach Verdünstung des Azetons einen deutlichen Abdruck des Blattgewebes. Senkrecht zu einer Pinzettenspitze wird eine dünne, aber feste Metallplatte befestigt, die sich der Grösse nach den Zelluloidstreifen der Schicht nähert. Der Zelluloidstreifen wird mit der Pinzette so gefasst, dass er von der Metallplatte von oben bedeckt wird; wenn nun die mit Azeton befeuchtete Schicht schon auf die Blattepidermis aufgetragen ist, wird sie durch eine leichte Drehung der Pinzette von der Metallplatte fester angedrückt; dadurch erhält man einen deutlichen Abdruck.

Die Technik dieses Verfahrens der Herstellung der Spaltöffnungenabdrücke *in situ* bestand in unserer Praxis im Folgenden:

Eine kleine, mit einem Deckel versehene und in 4 Abteilungen geteilte Schachtel wird mit einer Schnur am Halse befestigt. In einer Abteilung befindet sich eine mit Azeton gefüllte und mit einem angeschliffenen Pfropfen versehene Flasche, in der zweiten Abteilung ausgeschnittene Streifen der Zelluloidschicht mit umgebogenem Rande, in der dritten eine Pinzette mit angelöteter Metallplatte.

Mit der rechten Hand fassen wir mit Hilfe der Pinzette einen Schichtstreifen und mit der linken schütteln wir die Azetonflasche, um den Pfropfen anzufeuchten. Wir ziehen den Pfropfen heraus und legen auf die mit Azeton befeuchtete Oberfläche den Zelluloidstreifen und tragen ihn dann rasch auf das Blattgewebe über.

Den erhaltenen Abdruck lösen wir ab, schlagen ihn in ein Papier mit entsprechender Aufschrift ein und legen in die 4-te Abteilung der Schachtel.

Landwirtschaftliches Institut
Shitomir.

Eingegangen
d. 20. VII. 1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] И. А. Максимов. Физиологические основы засухоустойчивости растений, Л., 1926. [2] В. М. Арциховский и Е. В. Арциховская, Днев. Всесоюзн. съезда ботаников, Л., 1928. [3] Н. В. Арциховская, Бот. журн. СССР, т. 17, № 2 (1932).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

ZOOLOGY

SOME NOTES ON THE RATE OF GROWTH OF THE EMBRYO OF THE SALMON *(SALMO SALAR)*

By T. I. PRIVOLNIEV

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 11. VIII. 1935)

The problem of the laws governing the growth of the embryos of vertebrates was first broached by Schmalhausen in his papers of 1926, 1927 and 1928. He showed that the rate of growth of a chick is at its highest at the beginning of its development aud then markedly and consistently falls with small rises on the 4th, 9th and 12th day of its development. Kronfeld and Scheminzky (1926) studied the rate of growth of the trout embryo beginning with the 30th day of its development. They have established that the rate of growth of the trout embryo is at first low and gradually increases up to the 35th day of its development. After that it decreases, then rises again and reaches its second peak after hatching (on the 75th day of its development). Gray (1928) points out only one peak for the rate of growth of a trout embryo during the period from the 10th to the 100th day, namely he 70th day of its development.

In this paper an analysis is given of the growth of the salmon embryo.

Trifonova and Privolniev (manuscript), in studying the growth of the embryo of the perch (*Perca fluviatilis*) from the commencement of segmentation till hatching, indicate two periods of intense growth, namely the 2nd and 7th days of development, separated by periods of cessation of growth. The period of the cessation of growth on the 3rd day coincides with the formation of the embryo.

The present paper gives an analysis of the growth of a salmon embryo from the commencement of its development up to the almost complete disappearance of the yolk sac (115th day of development). The rate of growth was determined by the increase in the dry weight of the embryo without the yolk of the egg. According to Gray's data (1926), the percentage water content of fish embryo is constant, viz. about 85%, so that the growth of the salmon embryo is due to the increase of embryonic tissue and not to the imbibition of water.

The separation of the embryos from the yolk was accomplished on material fixed with formalin. After separation from the yolk the embryos were desiccated in a thermostat and weighed on an analytical balance. The data obtained are given in the table, *v. p.* 420.

C_v—the rate of growth—was calculated according to the formula

$$C_v = \frac{\lg V_2 - \lg V_1}{(t_2 - t_1)\, 0.4343},$$

where V_1 is the weight of the embryo at the start and V_2 its weight at the end of the given interval of time; t_1 is the time from the moment of the

Day of development	Dry weight of 35 embryos in mg (p)	lg p	Cv	t	Cvt
3	17.3	1.23805			
			0.0066	—	—
9	18.0	1.25527			
			0.0233	—	—
17	21.7	1.33646			
			0.0209	9.0	0.1881
23	24.6	1.39094			
			0.0095	15.5	**0.1473**
30	26.3	1.41996			
			0.0474	20.0	0.9480
32	28.9	1.46090			
			0.0677	23.0	1.4461
36	37.9	1.57864			
			0.0631	26.5	1.5722
38	43.2	1.63347			
			0.0598	29.5	1.7641
43	58.1	1.76343			
			0.0499	37.5	1.8713
54	100.5	2.00217			
			0.0498	46.0	2.2908
60	135.5	2.13194			
			0.0445	53.0	2.3585
68	193.5	2.28668			
			0.0048	60.0	**0.2880**
74	199.4	2.29973			
			0.0452	64.5	2.9154
77	228.4	2.35870			
			0.0402	68.0	2.7336
81	268.3	2.42862			
			0.0339	72.0	2.4408
85	307.3	2.48756			
			0.0517	77.0	3.9809
89	378.0	2.57749			
			0.0583	80.5	**4.6932**
94	506.0	2.70415			
			0.0365	85.5	3.1208
99	607.0	2.78319			
			0.0157	91.0	1.4287
105	667.0	2.82413			
			0.0135	99.0	1.3365
115	764.0	2.88309			

fertilization of the egg till the beginning of the given interval of time, and t_2 is the time from the moment of the fertilization till the end of the given interval of time (the preceding and subsequent determinations). The value of Cv for the individual stages of development of the salmon embryo are expressed graphically in the figure. The figure shows that periods of intense growth alternate with periods of its depression.

The first depression in the rate of growth occurs from the 24th to the 30th day of development. This is the period of the formation of the liver, pancreas, swimming-bladder, blood system, of the appearance of the alimentary cavity, the cartilage, and the rudiments of the front extremities. It is thus a period of an intense development of formative processes.

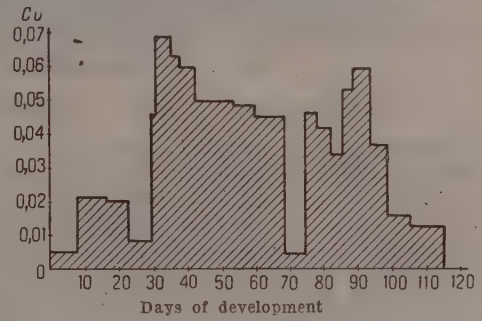
This is followed by a marked increase in the rate of growth, which reaches

its maximum on the 32—35th day of development, which corresponds to the commencement of the circulation of blood.

After that, the rate of growth gradually declines and reaches its second depression, which coincides with the period of hatching.

After the second depression the rate of growth again increases and reaches a third peak on the 75th day of development. It then shows a third minimum about the end of the disappearance of the yolk sac. Throughout the whole period investigated (from the moment of fertilization till the 115th day of development) the embryo receives no food from without, so that in this case the rate of growth cannot depend upon the nutrition factor.

The above described characteristics of the rate of growth of the salmon embryo are due exclusively to internal causes, i. e. the morphological and physiological processes which occur at different stages of embryonic development.



External causes (the conditions under which the embryonic development takes place) undoubtedly influence the rate of growth, but in the present case the conditions remained uniform throughout the whole period of development and therefore could not be the determining causes of the rate of growth.

According to Schmalhausen, the product of the multiplication of the rate of growth by the age is a constant: $Cvt=k$, where t is the age. Working up the data of Kronfeld and Scheminzky, Schmalhausen reckoned the age of the trout embryo, not from the moment of fertilization, but from the begininng of the formation of the embryo (from the 10th day of development). Under the conditions which existed in this investigation for the development of the salmon eggs, the formation of the embryo occurred on the 11th day of development. Then the mean age of the embryo for each period will be

$$\frac{(t_1-11)+(t_2-11)}{2},$$

where t_1 is the time from the moment of fertilization till the beginning and t_2 till the end of the given interval of time.

As the table shows, the values of Cvt differ very greatly for individual stages of development and fluctuate from 0.1473 to 4.6932. There is thus no reason to affirm the existence of a constant of the rate of growth of the salmon embryo.

On the basis of the above, it is justifiable to infer that the rate of growth of fish embryos differs from that of the embryos of the higher vertebrates (birds and mammals). While the rate of growth of the embryos of the higher vertebrates quickly decreases as the embryo develops, the rate of growth of fish embryos increases in the beginning of their development, and then periods of intense growth alternate with periods of sharply marked depression.

Laboratory Vertebrate Animals, Peterhof Biological Institute, Leningrad State University.

Received 11. VIII. 1935.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

ZOOLOGY

ON A NEW FISH OF FAMILY *LYCODAPODIDAE* FROM THE NORTH-EAST COAST OF KAMCHATKA

By A. P. ANDRIAŠEV (ANDRIASHEV)

(Communicated by S. A. Zernov, Member of the Academy, 6. VI. 1935)

Family *Lycodapodidae* is nearest to family *Zoarcidae* and differs from the latter chiefly in the far forward prolongated and unattached gill-membranes. It consists of nine species belonging to two genera, which were described by C. H. Gilbert ([2], [3], [4], [5]) from the North Pacific. Eight species of genus *Lycodapus* were found mostly in rather deep water (down to 2000 m) along the American coast from California to South Alaska and the Bering Sea, in the south-eastern part of which were found four* species (*L. fierasfer*, *L. parviceps*, *L. extensus*, *L. grossidens*). A representative of another genus, *Snyderidia canina* Gilb., distantly related to genus *Lycodapus*, was found near Hawaiian Islands in deep water (700—925 m.).

Here we describe another new species of this remarkable family from the north-east coast of Kamchatka, and name this fish after Prof. Dr. K. M. Derjugin, the worthy investigator of the Soviet Union Seas.

Lycodapus derjugini, sp. n.

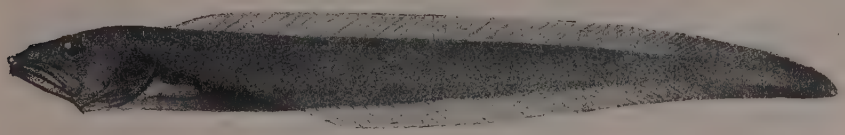
L o c a l i t y. 1) Bering Sea, N. E. Kamchatka, Ozernovski Bay, 57°31′, N, 163°14′. 5 E., 19. VIII. 1920; type Zool. Inst. Acad. Sci. No 25107. 2) Bering Sea, 57° 31′. N., 163°17′. 5 E., 17.VIII. 1920, depth 54 m, No 25106.

D 68—74, A 58—59, P 7, Sp.br. $\frac{2+10 \text{ (outer series)}}{0+12 \text{ (inner series)}}$.

Head high, depressed, cheeks vertical. Upper outline of the head perfectly straight, the point of snout not elevated. Length of head measured to the end of gill-membranes amounts to 17.1—17.9 p. c. of total length (L). Width of head about $^1/_3$ its length (lh), 5.8—6.0. p. c. L. Greatest depth of body at the preoperculum 9.6—10.0 p. c. L. Diameter of eye 22.4—22.5 p. c. lh, less than snout, which reaches 25.0—26.2 p. c. lh. Interorbital flat, wide, 18.5—19.2 p. c. lh. Mouth cleft very large, oblique. Upper jaw very long, reaching to the vertical of the posterior border of eye, its length being 46.5—46.8 p. c. lh. Lower jaw distinctly projecting, its length more than $^1/_2$ of head (54.0—55.6 p. c. lh.). Symphyseal knob developed. Lower jaws deep, their

* *Lycodapus dermatinus* G i l b. was erroneously recorded from Aleutian Islands by Jordan and Evermann ([6]). This species is known only from type locality of San Francisco, from a depth of about 1000 m (37°54′10″ N, 123°30′W, Albatross St., No 3162).

bones thin and flattened; the posterior widened parts close together, ovee-lapping the anterior part of the gill-oppening. Posterior margin of mandiblr ending in a shap angle. Upper lip not developed, the lower one on the posterior part of mandible appears as a free skin fold attached near the mandibular pore. Gill-slit very wide, continued below far forward, narrowly joined under the vertical of the posterior border of eye (extending beyond the posterior end of mandible) and free from isthmus. Distance from tip of mandi, ble to the point of junction of gill-membranes attains 46.8 to 48.0 p. c. *lh*. Upper end of gill-slit extends above the base of pectoral fin for a distanc. equal to the depth of pectoral base. Gill-rakers of the outer series rather longe



longer than halflength of the gills, pointed on the tip, with serrated margin. In the inner series, gill-rakers conical, tubercle-like. Pseudobranchiae not developed. A wide slit behind the last gill-arch. Pores on head scarce; three distinct pores on mandible and a number of small pores along preoperculum. One pair of pores before and behind the short nasal tubes.

Teeth on jaws greatly differentiated. On the lower jaw teeth posteriorly uniserial, close set, small and sharp; anteriorly 5—6 slender, curved and enlarged teeth, one or two of them canine-like, curved backward. No inner series of teeth on the lower jaw. Five enlarged teeth anteriorly on the upper jaw; first pair of them canine-like, distinctly exposed in the closed mouth; in the posterior part of the upper jaw small, sharp teeth, closs set in one or two irregular series; the inner series anteriorly with one pair of enlarged curved teeth, behind which 3—4 small teeth can be distinguished. No teeth on vomer and palatines. Head of vomer and palatine bones covered by a thick dark skin with small dermal granules. Palatine membrane absent.

Body rather elongated, compressed, tapering to the pointed caudal fin. Depth of body at the beginning of anal fin 6.3—7.6 p. c. *L*. Skin naked, translucent, loose. Lateral line mediolateral, indistinct, like a whitish hair-like line, more visible anteriorly. Under the lateral line, above the pectoral fin, a few short branches can be distinguished. Dorsal low, beginning almost behind the posterior edge of operculum. Distance from snout to origin of dorsal 17.8—18.0 p. c. *L* to anus 33.2—33.5 p. c. *L*. Pectoral fin short, 6.7—6.8 p. c. *L* or 37.5—39. 7 p. c. *lh*.

Pyloric coeca two, both tubercle-like. Stomach containing the rest of some comparatively large *Crustacea* (up to 1.5^{-3} cm).

Colour. Skin colourless, transparent; under it is seen black dotted body pigment, which forms general brownish-gray colour with small dark dots. Fins light, anal and dorsal dark backward. Mouth cavity and peritoneum black.

Only two specimens, total length 125 mm (type) and 112 mm, are known.

Comparative notes. The above described new species markedly differs from all previously described forms, especially from the species of genus *Lycodapus*, in the absence of teeth on the vomer and palatines, in the uniserial teeth on lower jaw, etc. This compels us to consider that this species is not closely related to other species of genus *Lycodapus*, from which it differs also in the following peculiarities: presence of lateral line, long

upper jaw extending to the vertical of the posterior border of the eye, straight upper outline of head, small number of rays in the unpaired fins, etc.

For the fauna of our coasts, family *Lycodapodidae* is new.

Ichthyological Laboratory,
Leningrad University.

Received
6. VI. 1935.

REFERENCES

[1] Evermann and Goldsborough, Bull. Bur. Fish., v. XXVI, 345 (1906) 1907. [2] Gilbert, Proc. U. S. Nat. Mus., v. XIII, p. 107—108 (1890). [3] Gilbert, Rept. U. S. Fish. Comm., p. 455—456, pl. 32 (1893) 1895.—Gilbert, ibid., p. 471—472, pl. 35. [4] Gilbert, Bull. U. S. Fish. Comm., v. XXIII, pt. II, p. 654—655, pl. 92 (1903) 1905. [5] Gilbert, Proc. U. S. Nat. Mus., v. 48, p. 369—374, pl. 20, fig. 20, pl. 21, Figs. 21, 22 (1915). [6] Jordan and Evermann, Bull. U. S. Nat. Mus., v. 47, p. 2491—2494 (1898). [7] Jordan, Evermann, and Clark, Rep. U. S. Comm. Fish. for 1928, pt. II, p. 478—479 (1930). [8] Jordan and Gilbert, Rep. Fur-Seal Invest., pt. III, p. 486 (1899).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

EXPERIMENTELLE ZOOLOGIE

ÜBER DIE AKTIVIERUNG DER FEDERPAPILLEN WÄHREND IHRER ENTWICKLUNG

Von A. A. WOITKEWITSCH

(Vorgelegt von A. A. Richter, Mitglied der Akademie, 28. VII. 1935)

Die im Prozesse der phylogenetischen Entwicklung der Tiere bestehende Fähigkeit zur Regeneration ist bei den Vögeln in dem periodischen Wechsel des Gefieders sehr klar ausgedrückt. Das Gefieder der Vögel besitzt die Fähigkeit zur vielfachen Erneuerung, was auf das Vorhandensein einer äusserst hohen Regenerationspotenz der federbildenden Gewebe hinweist. In einer Reihe von Forschungen benutzten einige Autoren diese Fähigkeit der Federn zur Erneuerung zur Versuchsanstellung mit verschiedenen Aufgaben. In den Arbeiten von Sammuel (7), Kuhn (3), Berdyschew (1) u. a. sind Daten angeführt, die vom Standpunkt der Entwicklungsmechanik grosses Interesse verdienen. Die grösste Anzahl von Untersuchungen ist der Erforschung der Einwirkungen verschiedener Faktoren auf den federbildenden Prozess gewidmet, speziell den Substanzen der endokrinen Drüsen [Križenecky (2), Kuhn (3), Larionov (4)]. Von den bis jetzt erforschten humoralen Präparaten haben sich als unzweifelhaft aktiv im Sinne der Wirkung auf die Entwicklung der Federn, die Sekretionsstoffe des Thyreoidinapparates erwiesen [Larionov, Woitkewitsch und Belsky (5)].

Die Einführung des Thyreoidin in den Organismus der Vögel stimuliert die Federentwicklung und beschleunigt den Verlauf des Prozesses. Analoge Erscheinung wird auch beobachtet im Falle gleichzeitiger Regeneration bedeutender Gruppen von Federn [Larionov, Woitkewitsch und Nowikow(6)], ebenso auch bei der Einführung eines Extraktes aus den Geweben der Federkeime. Charakteristisch ist, dass sich der Effekt der Stimulation, der von diesen oder anderen Faktoren hervorgerufen wird, nur in der Beschleunigung des Entwicklungsprozesses ausdrückt. Eine spezielle Untersuchung der Labilität der jungen Federn verschiedenen Alters gegen die humorale Einwirkung zeigte, «dass der positive Effekt erhalten werden kann bei der Wikrung des Thyreoideainkrets auf frühe Entwicklungsstadien des Regenerates. Wahrscheinlich sind die ersten Regenerationsetappen, die im indifferenten Wachstum stehen, besonders empfindlich gegen den Einfluss des Thyreoideahormons» [Larionov, Woitkewitsch und Belsky (5)]. Die hystologische Analyse jedoch] zeigte [siehe z. B. Woitkewitsch (8)], dass an der Anlage des Balges der formierten Feder der vorhergehenden Generation sich immer ein neuer Federkeim befindet, der zur Entwicklung bereit ist. Dank der schnellen Formierung des letzteren, ist, nachdem sofort nach der Entfernung der

alten Feder das Wachstum der neuen Feder schon begonnen hat, die Möglichkeit der Stimulierung zeitlich sehr begrenzt. Die kurze Dauer des indifferenten Wachstums erlaubt den Faktoren, die das Wachstum aktivieren, nicht ihre Wirkung längere Zeit auszuüben, was sich in der Intensität der Reaktion beobachten lässt. Man kann voraussetzen, dass die «empfindliche Periode» des Federkeimes nicht länger als 1—2 Tage währt. Als Folge dieser Erscheinung haben wir auch einen verhältnismässig unbedeutenden Effekt, der Stimulation unterworfenen Federn, wenn wir sie mit der Kontrolle vergleichen. Die in unseren vorhergehenden Arbeiten angewandte Methodik ist infolge dieses Umstandes nicht vollkommen genug, da ja der Indikator nicht genügend empfindlich ist. Da für die Aktivierung nur eine ganz kurze Zeit ausgenützt werden kann, so ist es möglich, dass bei den verhältnismässig leichten Reizmitteln der Effekt sich überhaupt nicht äusserte, wie auch mit stärkeren Aktivatoren nicht immer die entsprechende Veränderung in der Intensität der Reaktion beobachtet werden konnte. Es ist ganz folgerichtig vorauszusetzen, dass bei Ausnützung des nachfolgenden Wachstums und der ganzen Periode der beginnenden Formierung der Federfollikel man die Empfindlichkeit des Indikators bedeutend erhöhen kann.

Genannte Aufgabe zu lösen war nur möglich auf Grund spezieller Versuche, welche zeigten, dass bei künstlicher Einstellung des Wachstums der jungen Federn die Entwicklung einer neuen Generation mit den allerfrühesten Stadien dieses Prozesses hervorgerufen werden kann [Woitkewitsch (11)]. Da die Prüfung der Wirkung der einzelnen Faktoren nur während der allerersten und labilsten Entwicklungsstadien der Federfollikeln ausgeführt werden kann, und diese Periode der Einwirkung bedeutend verlängert werden konnte, war zu hoffen, dass die Versuchsanstellung bei Anwendung genannter Methodik auch zur Lösung der gestellten Aufgabe führen wird. Die Wachstumseinstellung der jungen Federn tritt sofort nach deren Traumatisierung ein, ganz unabhängig davon, ob die in der Entwicklung befindlichen Keime abgeschnitten, stark verwundet oder in der Wachstumszone verdrückt werden. Sowohl unter diesen Umständen, wie auch in den Fällen, wenn durch mechanischen Widerstand ihr Wachstum eingestellt wird [Woitkewitsch (11)] oder die Follikeln noch unentwickelt ausgerupft werden, tritt sofort nach der Einstellung der Entwicklung dieser Generation der Bildungsprozess einer neuen Generation ein.

Wir stellten uns die Aufgabe in erster Reihe den Beginn und die weitere Enwticklung der neuen Federn, nach der Traumatisierung der vorhergehenden, noch unentwickelten Generation zu beobachten. Zu diesem Zwecke wurden folgende Versuche ausgeführt. Bei Tauben wurde an beiden Flügeln die Entwicklung (nach der Ausrupfung) zweier Deckfedern der Schwingen zweiter Ordnung (Nr. 5 u. 6) hervorgerufen. Nach 12 Tagen wurden am rechten Flügel jedes Vogels die jungen Federkeime direkt bei der Haut abgeschnitten, am linken Flügel wurden sie ausgerupft. Die Vergleichung des Wachstums der neuen Federgeneration an beiden Flügeln erlaubt uns über die Sonderheiten des Regenerationsprozesses nach dem Abschneiden der Federkeime der vorhergehenden Generation zu urteilen. Um die Möglichkeit zu haben weitere parallele Gegenüberstellungen zu unternehmen, wurde eine zweite Serie zusammengestellt, deren Unterschied zu der ersten nur darin bestand, dass am linken Flügel die ausgerupften Papillen sofort wieder zurück eingestellt wurden. Hiermit schafften wir in dem Balg Bedingungen, die sehr nahe denen sind, die bei Abschneidung der Papillen entstehen (in dem Sinne, dass sie Widerstand gegen das Wachstum der neuen Federn schaffen). Die Resultate der Versuche sind in Tab. 1 ange-

führt, als mittlere Ziffern jeder Messung in Prozenten zur Gesamtlänge der formierten Feder.

Tabelle 1

Die Entwicklung der neuen Federgeneration bei verschiedenem Charakter der Traumatisierung der vorhergehenden Generation

Zahl der Tage vom Beginn d. Versuches	Erste Serie		Zweite Serie	
	Rechter Flügel	Linker Flügel	Rechter Flügel	Linker Flügel
7	18.1	18.1	17.5	17.6
9	31.1	30.7	30.4	31.1
12	47.9	48.6	50.1	48.9
12	abgeschnitten	ausgerupft	abgeschnitten	ausgerupft und wieder eingesteckt
15	—	—	—	—
18	1.9	0.0	2.8	0.0
21	17.6	7.4	17.4	12.6
23	25.4	15.4	25.7	22.2
25	37.4	24.7	37.8	31.1
27	47.7	36.3	45.3	42.0
30	65.7	52.7	64.8	60.2
35	86.6	78.5	84.6	83.2

Bei Gegenüberstellung der Zahlen der ersten Serie können wir einen bedeutenden Unterschied im Wachstum der neuen Federgeneration am rechten und linken Flügel feststellen. Wenn wir die jungen Federn der vorhergehenden Generation abschnitten und im Balg ein Teil der Papille blieb, so trat die Regeneration des neuen Keimes bedeutend früher auf, als in dem Fall, wenn wir die Papille der vorhergehenden Generation entfernten. Dieser Unterschied in der Entwicklung kann so erklärt werden, dass entweder bei der Bildung des neuen Keimes das Material der vorhergehenden Generation ausgenutzt wird, oder aber durch die physiologische Einwirkung der nach dem Abschneiden verbliebenen Restteile der jungen Federn. Letztere Voraussetzung findet ihre Bestätigung in den Resultaten der zweiten Serie. In diesem Falle, wo die Papillen entfernt und wieder in den Balg zurück gesteckt wurden und die unmittelbare Ausnützung derselben als Material ausgeschlossen war, wurde auch eine frühere Regeneration der neuen Keime beobachtet im Vergleich mit analogen Prozessen im Balg, der von den Papillen frei war.

Gleichzeitig mit dem oben dargelegten Versuch wurde auch die Reaktion des sich formierenden Keimes auf das Präparat der Schilddrüse erforscht, welches nach den Angaben der vorhergehenden Untersuchungen als Stimulator für die Entwicklung der Federn angesehen werden kann. Dieses Experiment wurde an 10 Vögeln ausgeführt, auf dieselbe Weise wie bei der Serie des vorhergehenden Versuches (die jetzt als Kontrolle diente), nur mit dem Unterschied, dass 3 Tage vor der Traumatisation der Papillen die Tauben täglich per os je 400 mg Thyreoidin erhielten. Die Resutlate dieses Versuches sind in Tabelle 2 angeführt.

Die Vergleichung der Kontrolle und des Versuches zeigt, dass unter dem Einfluss des Thyreoidins die Entwicklung früher beginnt, was auch den ganzen Bildungsprozess verschiebt. In diesem Experiment äussert sich die verschiedene Wirkung des Thyreoidins sehr klar, in Abhängigkeit da-

Tabelle 2

Die Entwicklung der neuen Federgeneration nach der Wachstumseinstellung der vorhergehenden unter der Einwirkung des Thyreoidins

Zahl der Tage vom Beginn d. Versuches	Rechter Flügel			Linker Flügel		
	Kontrolle	Versuch	Unterschied	Kontrolle	Versuch	Unterschied
7	18.1	17.3	—0.8	18.1	17.5	—0.6
9*	31.1	31.2	+0.1	30.7	31.1	+0.4
12	47.9	48.3	+0.4	48.6	48.2	—0.4
12		abgeschnitten			ausgerupft	
15	—	—	—	—	—	—
18	1.9	10.4	+8.5	0.0	1.7	—
21	17.6	22.0	+4.4	7.4	12.0	+4.6
23	25.4	30.0	+4.6	15.4	20.4	+5.0
25	37.4	39.3	+1.9	24.7	30.9	+6.2
27	47.7	48.7	+1.0	36.3	41.1	+4.8
30	65.7	65.9	+0.2	52.7	57.1	+4.4
35	86.6	87.4	+0.8	73.5	76.0	+2.5

von, ob die neue Generation an Stelle der beschädigten entsteht oder ob die unentwickelten Papillen einfach ausgerupft werden. Wenn die Papillen (rechter Flügel) abgeschnitten werden, verschwindet zu Ende der Entwicklungsstadien der scharfe Unterschied der Masse zwischen den Versuchs- und Kontrollpapillen. Augenscheinlich ist durch den bereits bestehenden grossen Einfluss seitens der im Balg verbliebenen Teile der Papillen, die Schilddrüse nicht im Stande den Effekt zu verstärken. Wir haben also eine «Reaktionsnorm» von Seiten der Federkeime auf die stimulierende Einwirkung. Unter Verhältnissen, wo die jungen Papillen nur der Thyroideaeinwirkung ausgesetzt sind (linker Flügel), zeigte sich der Effekt der Stimulation während der ganzen Entwicklungsperiode.

Es ist noch wichtig zu bemerken, dass bei den Verhältnissen der angewandten Methodik der Unterschied in der Grösse der Federn, die der Aktivierung ausgesetzt waren und den Kontrollfedern, 12—15% der Gesamtlänge erreichen kann (vergl. Versuch am rechten Flügel und Kontrolle am linken Flügel, Tab. 2, und auch die Angaben in der Tab. 1).

Wenn wir dagegen auf die Entwicklung der sich formierenden Papille einwirken (die sich unter der Spule der Feder befindet, die ihr Wachstum beendet hat), wie das in unseren vorhergehenden Arbeiten der Fall war, wird nur ein Unterschied von 2—3% beobachtet [Woitkewitsch ([10])]. Damit wird auch die Zweckmässigkeit oben beschriebener Methodik der Aktivierung des Federkeimes in der Entstehungsperiode bei der Erforschung des Einflusses der verschiedenen Faktoren auf die Entwicklung der Feder bewiesen.

Es muss noch bemerkt werden, dass wenn die sich entwickelnde Papille entfernt oder traumatisiert wird, dem Wachstum der neuen Papille erst die Periode der Anlagerung derselben vorausgeht. Im Falle der Entfernung der formierten Feder haben wir sofort Wachstum der schon zur Entwicklung fertigen Keime. In unseren vorhergehenden Arbeiten bezeichneten wir mit dem Terminus «Regeneration der Federn» den Prozess des Wachstums und der Differenzierung der schon formierten Federkeime, nach dem

* Beginn der Thyreoidisierung der Vögel

Ausrupfen der entwickelten Feder der vorhergehenden Generation. Es ist jedoch bekannt, dass der junge Federkeim sich auch entwickeln kann, ohne dass die sich über ihm befindliche Feder entfernt wird. Das kann erreicht werden, wenn wir den unteren Teil der Spule ausschneiden und die Spitze des jungen Keimes in die Öffnung in der Wand des Balges richten. Aus der in dieser Arbeit beschriebenen Methodik geht hervor, dass der Entwicklung der Papille der neuen Generation die Periode der Entstehung des Keimes vorausgeht. Dadurch unterscheidet sich der Fall von den von uns früher erforschten Prozessen der Federformierung nach der Entfernung der vorhergehenden Generation Federn, die ihr Wachstum beendet hatten.

Zusammenfassung

1. Da an der Anlage der alten Feder schon ein formierter Keim der neuen Generation vorhanden ist, so sind die Möglichkeiten zu dessen Stimulierung durch äussere Faktoren in der Zeit sehr begrenzt.

2. Die Traumatisierung der unentwickelten jungen Feder führt zur Bildung und weiteren Entwicklung des Federkeimes der neuen Generation.

3. Der Abschneidung der wachsenden Feder folgt die Formierung der neuen Feder in bedeutend früherer Zeit, als wenn die Feder ausgerupft wird.

4. Die Fütterung eines Schilddrüsenpräparates unter den genannten Bedingungen ruft einen Stimulationseffekt hervor, dessen Stärke ausgeprägter ist, als bei der Methodik, die früher angewandt wurde.

Abteilung für Erforschung der Endokrinen Entwicklungsfaktoren des Instituts für Experimentelle Morphogenese. Moskau.

Eingegangen d. 28. VII. 1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] A. Berdyschew, Untersuchungen über die Mechanik der Gefiederbildung, Abh. Inst. f. Geflügelind., Bd. 1. 1933. [2] J. Križenecky, Über den Einfluss der Schilddrüse und Thymus auf die Entwicklung des Gefieders bei Hühnerküken, Roux, Arch., Bd. 107, 1926 [3] O. Kuhn, Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an der Vogelfeder, Roux, Arch., Bd. 127, 1932. [4] W. Larionov u. N. Kusmina, Die innere Sekretion der Schilddrüse und die Dynamik der Gefiederentwicklung bei Tauben, I. Mutt. Biol. Zbl., Bd. 51, 1931. [5] W. Larionov, A. Woitkewitsch u. N. Belsky, Die Regeneration des Gefieders der Tauben bei verschiedenen humoralen Einwirkungen, Endokrinologie, Bd. 12, 1933. [6] W. Larionov, A. Woitkewitsch u. B. Nowikow, Die gegenseitige Wirkung der Teile während der Regeneration des Gefieders, Roux' Arch., Bd. 127, 1932. [7] S. Samuel, Die Regeneration, Virchows Arch., Bd. 50, 1870. [8] A. Woitkewitsch, Zur Frage der Bedeutung des Federbalges für die sich entwickelnde Feder, Zool. Anz., Bd. 105, 1934. [9] A. Woitkewitsch, On the Problem of the Interrelation of Parts in the Regeneration of Plumage. Zr. f. Biol (russ.), Bd. 3, 1934 [10] A. Woitkewitsch, Über den Einfluss des Regenerationsprozesses der Haut auf die Geschwindigkeit der Federentwicklung, Biol. Zbl., Bd. 54. 1934. [11] A. Woitkewitsch, Die Wechselbeziehungen zwischen Wachstum und Differenzierung im Prozesse der Federbildung, Biol. Zbl. (im Druck, 1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1935. Volume III (VIII), № 9 (69)

EXPERIMENTELLE ZOOLOGIE

REGENERATION VON CONPLANTIERTEN STIELEN DER *PELMATOHYDRA OLIGACTIS*. I

Von I. KANAJEV (KANAJEW)

(Vorgelegt von N. V. Nassonov, Mitglied der Akademie, d. 19. V. 1935)

In seiner im Herbst 1934 erschienen Arbeit hat Tokin (²) kurz mitgeteilt, dass zusammengewachsene Stiele der Hydra regenerieren. Ich unternahm eine weitere Untersuchung dieser Frage, da ich mich schon früher mit der Regeneration des Hydrastiels beschäftigt habe und Tokin diese Untersuchungen in seiner Arbeit gewissermassen fortsetzt.

Als Material dienten mir Hydren (*Pelmatohydra oligactis* Pall.) aus einem Teich in Pargolowo (in der Umgegend von Leningrad), welche vom Juli 1934 bis in den Herbst in Aquarien des Laboratoriums für Experimentelle Zoologie der Akademie der Wissenschaften lebten.

Im Oktober 1934, als ich meine Experimente unternahm, hatten die Tiere an Grösse recht abgenommen, da sie wegen Mangel an Daphnien sehr spärlich gefüttert worden waren. Die Verwachsung der Stiele wurde folgendermassen erzielt: ich schnitt weit unter der Knospungszone die Stiele ab und stach sie mit Hilfe einer feinen entomologischen Nadel der Länge nach zu drein zusammen ohne die normale Polarität zu verändern. Die Fussscheibe wurde dabei auch von 2 Stielen—dem vorderen und dem mittleren abgeschnitten. Sie blieb nur am aboralen Ende des Conplantats. Ich habe *ca.* 25 solcher Objekte zusammengestellt. Der grösste Teil von ihnen blieb am Leben und ein Hypostom, mit Tentakeln regenerierend, verwandelte sich allmählich in normale Hydren.

Die Regulation verlief aber bei diesen Chimären, wie wir sie kurz nennen werden, nicht gleichartig

Im einfachsten Falle regenerierte am oralen Ende der Chimäre ein Hypostom mit Tentakeln, die ganze Masse regulierte sich zu einer normalen Hydragestalt und im Laufe von *ca.* einem Monat war an Stelle von 3 verwachsenen Stielen eine Hydra fertig. Viele unter den Chimären machten aber einen komplizierteren Weg durch. An der Seite der Chimäre erschienen eine oder mehrere unregelmässige Erhöhungen, gewissermassen einer Knospe ähnlich. In einigen Fällen wurden dergleichen Bildungen allmählich resorbiert. Bei guter Ernährung würden sie sich vielleicht in wahre Knospen verwandeln. In anderen Fällen wuchsen diese Erhöhungen weiter und regenerierten Tentakeln—damit wurden sie zu Hypostomen. So bekam ich seltsame Chimären mit einem oder zwei anfangs seitwerts gelegenen Köpfen. Einmal bildete sich auf solche Weise ein zweiter Fuss.

Im Laufe des Regulationsprozesses entstanden aus allen dergleichen Chimären normale Hydren.

Diese verschiedenen Wege des Regulationsprozesses will ich kurz an einigen Beispielen illustrieren.

Objekt № 2. Am 19. X. aus 3 Stielen zusammengestellt. Nach ein paar Tagen bemerkte man deutlich eine Art von Halbieren des distalen

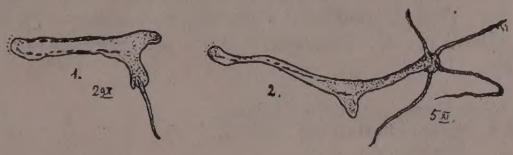


Abb. 1.

Endes. (Abb. 1, 1). Einer dieser Auswüchse wird zum Hypostom, der andere wird langsam resorbiert (Abb. 1, *2*).

Objekt № 3. Wurde den 20. X. auch aus 3 Stielen gebildet. Aus beiden Seiten der Chimäre erschienen zwei Höcker, welche sich zu Hypostomen entwickelten (Abb. 2, *1*). Der eine trug aber eine grössere Zahl von Tentakeln und war von Anfang an grösser. Er wurde zum Haupthypostom der sich aus der Chimäre regulierenden Hydra. Das zweite schwächere Hypostom trat zurück und wurde allmählich resorbiert (Abb. II, 3).

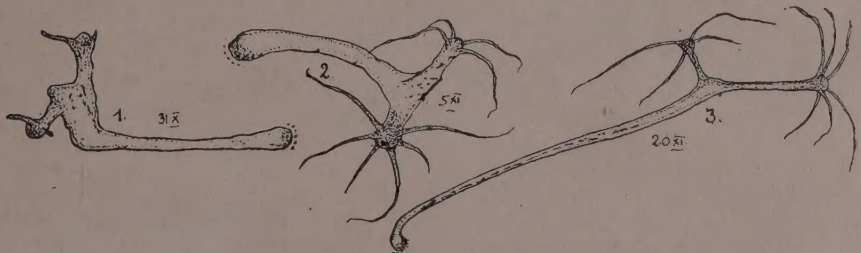


Abb. 2.

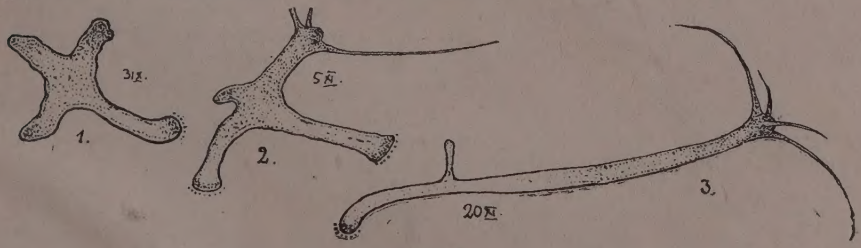


Abb. 3.

Objekt № 4. Auch aus 3 Stielen den 20.X. hergestellt. Den 31.X. hatte er eine seltsame kreuzartige Form (Abb. 3, *1*) angenommen. An einer Seite bekam er ein Hypostom, auf der anderen—einen zweiten Fuss (Abb. 3, *2*). Im Laufe der Regulation wurde der zweite Fuss resorbiert (Abb. 3, *3*).

In vivo unter einem Mikroskop hatten die regenerierenden Tentakeln eine grosse Anzahl von Kniden. Wie bekannt, entwickeln sie sich aus interstizialen Zellen, die im Stiel der Hydra beinah gar nicht vorkommen. Um die Herkunft der I-Zellen in diesen Fällen zu erforschen hoffe ich nächstens mein fixiertes, in verschiedenen Stadien der Regulation dargestelltes Material in Schnitte zu zerlegen und es histologisch zu untersuchen.

Die vorliegende Arbeit ist im Laboratorium für Experimentelle Zoologie der Akademie der Wissenschaften ausgeführt worden. Dem Direktor des Laboratoriums Akad. N. V. Nassonov will ich auch hier meinen besten Dank aussprechen.

Laboratorium für Experimentelle Zoologie.
Akademie der Wissenschaften der UdSSR.
Leningrad.

Eingegangen
d. 19. V. 1935.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Kanajev, Roux'Arch., 122, 1930. [2] Б. Токин и Г. Горбунова. Биологический журнал, т. III, № 2, 1934